

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Кузнецов Михаил Аркадьевич

Морфология и динамика берегов Южных Курильских островов

1.6.14 — Геоморфология и палеогеография

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Научный руководитель:
доктор географических наук,
профессор С.И. Большов

Москва – 2024

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Геолого-геоморфологическая изученность региона, методология и методика исследования.....	12
1.1. Изученность Южных Курильских островов	12
1.2. Методологические основы исследования	18
1.3. Методика исследования берегов.....	21
1.3.1. Исходные материалы (камеральные и полевые исследования).....	21
1.3.2. Обоснование выбора методических приёмов	24
1.3.3. Верификация моделей.....	31
Глава 2. Природные условия и основные факторы формирования берегов Южных Курильских островов.....	37
2.1. Природные условия формирования берегов	39
2.1.1. Геоструктурное положение и геологическое строение береговой зоны	39
2.1.2. Неотектонические движения и сейсмичность	45
2.1.3. Рельеф островов.....	50
2.1.4. Климат и гидрометеорологические условия.....	68
2.1.5. Растительный покров береговой зоны.....	70
2.2. Основные факторы формирования берегов.....	74
2.2.1. Волновые и другие гидрогенные рельефообразующие процессы	74
2.2.2. Неволновые рельефообразующие процессы	76
Глава 3. Типизация берегов Южных Курильских островов	82
3.1. Структурная приуроченность берегов	82
3.2. Морфология берегов	85
Глава 4. Динамика берегов Южных Курильских островов	121
4.1. Динамика берегов под воздействием ветро-волновых процессов.....	121
4.2. Воздействие цунами на динамику берегов Южных Курил	149
Глава 5. Прогноз развития берегов Южных Курильских островов и рекомендации по их использованию в хозяйственных целях	158
5.1. Особенности эволюции берегов в условиях преимущественно тектонических воздыманий территории (сверхдолгосрочный прогноз)	158
5.2. Прогноз развития берегов региона на ближайшие 50 лет	161
5.3. Рекомендации по использованию берегов в хозяйственных целях	165
Заключение	178
Список литературы	184
Приложения	203
Приложение 1. Геологические карты Южных Курильских островов	204
Приложение 2. Геоморфологические карты Южных Курильских островов	208
Приложение 3. Карты опасных и неблагоприятных геолого-геоморфологических процессов	212
Приложение 4. Карты морфолитогенетических типов берегов Южных Курильских островов	216
Приложение 5. Карта динамики берегов Южных Курильских островов с 1980 по 2023 гг.	235

Введение

Район исследования охватывает Южные Курильские острова: Уруп, Итуруп, Кунашир, Чёрные Братья, Броутон, относящиеся к Большой Курильской гряде, и 12 островов Малой Курильской гряды, крупнейшим из которых является Шикотан.

Актуальность работы. Берега вулканических островов Курильской гряды представляют особый интерес из-за уникальности для территории РФ сочетания наблюдаемых здесь берегоформирующих факторов, включая поступление в береговую зону разнообразного вулканогенного и сейсмогенно-гравитационного материала и влияние цунами. В настоящее время берега этого региона остаются довольно слабо изученными: работы, посвященные этой тематике, проводились в мелком масштабе либо носили преимущественно частный характер, поэтому проведённые исследования могут внести определённый вклад в развитие береговой геоморфологии региона.

Исследование берегов Южных Курильских островов имеет не только научное, но и прикладное значение, в первую очередь – в связи с расширением зоны их хозяйственного освоения (в т. ч. создания причальных сооружений). Освоение Курильского архипелага, в особенности крупнейших островов южной его части, – одно из важных направлений в освоении Дальнего Востока, включая обеспечение обороноспособности страны. Даже небольшие и непригодные для заселения острова Малой Курильской гряды обладают существенным экономическим и стратегическим значением вследствие наличия вокруг них 12-мильной зоны территориальных вод и 200-мильной исключительной экономической зоны, согласно Конвенции ООН по морскому праву от 1982 г. Кроме того, Южные Курилы – область распространения ценных и редких полезных ископаемых и представителей фауны.

Цель исследования – выявление основных закономерностей и особенностей морфологии и динамики берегов Южных Курильских островов как факторов хозяйственного освоения территории.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие **задачи**:

1. Оценить степень геолого-геоморфологической изученности Южных Курильских островов, в особенности – вопросов морфологии и динамики береговой зоны.

2. Определить основные факторы (агенты и условия), влияющие на морфологию и динамику берегов и подводного берегового склона.

4. Провести геолого-геоморфологическое описание и классификацию берегов и на этой основе составить карту морфолитогенетических типов берегов.

5. Выявить современную динамику берегов и составить карту современной морфодинамики берегов.

6. Дать прогноз развития берегов на ближайшие 50 лет и рекомендации по их использованию в хозяйственных целях.

Объект исследования – рельеф береговой зоны Южных Курильских островов, которая включает в себя берег и подводный береговой склон. **Предметом исследования** являются морфология, генезис и история развития рельефа береговой зоны, а также современные процессы в ее пределах.

Концепция исследования – характеристика берегов, их типизация и выявление зависимости типов берегов Южных Курил (по морфолитогенетическому и по динамическому принципам) от комплекса разнообразных факторов.

Фактический материал и личный вклад автора. В основу работы положены данные полевых обследований рельефа береговой зоны Южных Курильских островов, полученные автором во время работы комплексной экспедиции «Восточный Бастион – Курильская гряда» под эгидой Русского географического общества в 2019 – 2022 гг., самостоятельные полевые исследования 2022 г., а также литературные, картографические и фондовые данные. В ходе маршрутных исследований автором были проведены геолого-геоморфологические описания и профилирование береговой зоны с использованием GPS-приёмника, анализ разномасштабных топографических, геологических, геоморфологических и батиметрических карт, а также космических снимков. Выполнена фотосъёмка берегов (в том числе с использованием БПЛА, малой авиации и морского транспорта). Проведены морфолитогенетические исследования, включая характеристику субстрата (описание обнажений, шурфование) и отбор образцов на

гранулометрический и минералогический анализы (с последующей лабораторной обработкой).

Для изучения динамики берегов с 1980 (первый доступный космический снимок) по 2023 гг. автором были использованы космоснимки с порталов USGS Earth Explorer и Google Earth. На отдельные участки использованы японские инструментальные карты 1915-1917 гг. Привязка снимков и карт и все измерения проводились в программе ArcMap 10.6. В 18 наиболее крупных заливах и бухтах островов по результатам дешифрирования космоснимков за период с 1980 по 2023 годы (в особенности устьев рек и ручьев), исследования морфологического облика берегов, гранулометрии (332 образца) и минералогии (58 образцов) пляжевого материала и анализа розы ветров сезона зимних штормов выявлены направления перемещения наносов. При прогнозировании развития берегов автором использовались компьютерные модели CIRC-M (Леонтьев, 2001), LONT-2D (Леонтьев, 2014), CROSS-PB (Леонтьев, 2020), позволяющие рассчитать течения, параметры вдольберегового транспорта наносов и штормовые деформации берега.

Личный вклад автора в работу состоит в постановке научных задач, определении научной концепции исследования, в участии в полевых работах, обработке и обобщении результатов полевых и аналитических исследований. Основные научные результаты, выводы и рекомендации принадлежат автору.

Методология и методика исследования. Базовой методологической концепцией для проведенного исследования является частная геоморфологическая концепция береговой геоморфологии – В.П. Зенковича (1962) – О.К. Леонтьева (1961) «О рельефообразовании в береговой зоне». Основу работы составляют геоморфологические методы изучения береговой зоны: морфологический анализ рельефа береговой зоны и низких морских террас (геоморфологическая съемка и картографирование, геолого-геоморфологическое профилирование), литолого-стратиграфический метод (при помощи гранулометрического и минералогического анализа), методы количественного изучения динамики берегов (сравнение одновременных топографических карт и космоснимков), методы качественного и количественного прогнозирования эволюции берегов на основе ретроспективного анализа, моделирования и дедукции (для сверхдолгосрочного прогноза).

Использовались сравнительно-описательный, картографический, морфолитогенетический, морфодинамический методы.

Научную новизну работы автор видит в следующем:

1. Проведено обобщение и дан анализ литературных данных по морфологии и динамике берегов Южных Курильских островов, с учетом результатов проведенных автором исследований.

2. Впервые проведена типизация берегов Южных Курильских островов по морфолитогенетическому принципу (в крупных масштабах), результаты которой представлены в виде соответствующих полимасштабных карт.

3. Выявлены основные закономерности и особенности морфологии и динамики берегов Южных Курильских островов с составлением крупномасштабных карт.

4. Дан прогноз развития берегов на ближайшее будущее (50 лет).

Научная и практическая значимость работы. Результаты исследования уточняют представления о строении и развитии берегов островных дуг в умеренно-морском климате (весьма редкое сочетание тектонических и климатических условий).

Полученные результаты могут быть полезны в связи с реализацией стратегии социально-экономического развития Сахалинской области «Социально-экономическое развитие Курильских островов на 2016 – 2025 годы» (с изменениями на 6 августа 2020 года), конкретно – в связи со строительством и реконструкцией объектов муниципальной собственности на Южных Курильских островах, в том числе объектов берегового строительства (приложение 1, пункт 1.3 Развитие портовой инфраструктуры на Курильских островах). Без понимания процессов функционирования береговой зоны будет затруднено долгосрочное экономически выгодное использование этой территории. Кроме того, практическая значимость работы заключается в рекомендациях по проведению берегозащитных мероприятий на самых мелких и низких островах Южных Курил для сохранения вокруг них 200-мильной экономической зоны.

Результаты исследования внедрены в программы учебных курсов бакалавриата и магистратуры на географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова.

Основные защищаемые положения.

1. Специфика строения и развития берегов Южных Курильских островов предопределяется сочетанием активного тектонического режима, высокой сейсмичности территории, поступления в береговую зону вулканогенного и сейсмогенно-гравитационного материала и условий умеренно-морского климата вне области оледенения.

2. На Южных Курилах распространены 5 основных морфолитогенетических типов берегов. Более 70% берегов имеют абразионный облик, связанный с тектоническими поднятиями. По современной морфологии и динамике берегов острова подразделяются на 3 группы: крупные острова Большой гряды (полный спектр выделенных типов берегов), небольшие по площади острова – активные вулканы (берега в ранней стадии развития абразионного процесса) и преимущественно малые острова Малой гряды (преобладание стабильных абразионных берегов).

3. Распространены 5 современных динамических типов берегов. Наиболее распространенные абразионные берега являются относительно стабильными (в эффузивах и литифицированной пирокластике, а также при наличии валунно-глыбовой отмостки на бенче). Быстрому отступанию за последние 40 лет (2-2,5, до 4-5 м/год) подвержены абразионные берега в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях. Аккумулятивные берега испытывали разнонаправленные движения, однако в среднем скорости увеличения ширины пляжей на охотоморских и тихоокеанских бухтовых берегах составляли 1,5-2,5, до 4-5 м/год, на открытых тихоокеанских берегах 0,5-1,5 м/год.

4. В течение ближайших 50 лет устойчивые абразионные берега сохранят свой облик. Абразионные берега в рыхлых пирокластических отложениях будут умеренно размываться. Аккумулятивные берега преимущественно будут выдвигаться. Все типы берегов вблизи активных и спящих вулканов могут претерпеть инверсию с трансформацией бухт в мысы. Наиболее благоприятные для возведения причальных сооружений – абразионно-денудационные берега с валунно-глыбовой отмосткой и примыкающими к ним низкими морскими террасами (12 участков).

Степень достоверности полученных результатов обеспечивается большим объемом фактического материала по геолого-геоморфологическому строению берегов, полученным преимущественно лично автором, а также использованием широкого спектра методов исследования и апробацией этих результатов на российских и международных научных форумах.

Апробация работы. Результаты исследования и основные положения диссертации представлены автором на российских и международных научных конференциях: Всероссийская конференция с международным участием «VIII Щукинские чтения: рельеф и природопользование» (Москва, 2020); IX, X, XI и XII Международная научно-практическая конференция «Морские исследования и образование» MARESEDU (Москва, 2020-2023); XXVII, XXVIII, XXIX и XXX Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» (Москва, 2020-2023); IAG Webinar Central-Eastern Europe (2022, on-line формат); XXXVII пленум Геоморфологической комиссии Российской академии наук (Иркутск, 2023). Материалы автора нашли своё отражение в научных отчётах по результатам комплексной экспедиции «Восточный бастион – Курильская гряда» 2019-2022 гг.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, из них 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.6.14 – «Геоморфология и палеогеография», а также 11 публикаций в сборниках и материалах всероссийских и международных конференций. При подготовке текста диссертации и автореферата использован текст статей, выполненных автором лично (Кузнецов, 2020; 2021 и 2024) и в соавторстве (Кузнецов Рычагов, 2020; Кузнецов, Едемский, 2020; Кузнецов, Болысов, 2023 и 2024), в которых, согласно Положению о присуждении учёных степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования. В публикациях (Кузнецов Рычагов, 2020; Кузнецов, Едемский, 2020; Кузнецов, Болысов, 2023 и 2024) личный вклад автора является определяющим, им подготовлен текст работы, графические материалы, подготовка и предоставление их в печать и работа с рецензентами.

Публикации в изданиях Scopus, WoS, RSCI, а также в изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.6.14 – «Геоморфология и палеогеография»:

1. **Кузнецов М.А.** Берега острова Итуруп: морфология, динамика, прогноз развития // Геоморфология. — 2021. — Т. 52, № 1. — С. 51–60. DOI: 10.31857/S0435428121010089. / 0,72 п. л. (Scopus, RSCI, РИНЦ, IF Scopus 0,212 (SJR)). Все результаты получены автором диссертации.

2. **Кузнецов М.А.** Геоморфологические типы берегов острова Шикотан (Южные Курильские острова) // Естественные и технические науки. — 2024. — № 10 (197). — С. 131–138. DOI: 10.25633/ETN.2024.10.11. / 0,57 п. л. (Список МГУ, РИНЦ, IF РИНЦ 0,088). Все результаты получены автором диссертации.

3. **Кузнецов М.А.,** Большов С.И. Гранулометрический и минералогический состав береговых отложений Южных Курильских островов как показатель динамики берегов // Естественные и технические науки. — 2024. — № 3 (190). — С. 102–110. DOI: 10.25633/ETN.2024.03.07. / 0,64 п. л. (Список МГУ, РИНЦ, IF РИНЦ 0,088). Большову С.И. принадлежит постановка задачи. Все результаты получены автором диссертации.

4. Dunaev N.N., Bryantseva G.V., **Kuznetsov M.A.** The neotectonic structure of Deception Island (Antarctica) inferred from the results of structural and geomorphic analysis // Doklady Earth Sciences. — 2021. — Vol. 501, no. 2. — P. 1001–1008. DOI: 10.1134/S1028334X21120047. / 0,57 п. л. (Scopus, WoS, RSCI, РИНЦ, IF WoS 0,7 (JIF)). Дунаеву Н.Н. принадлежит постановка задачи. Дунаев Н.Н., Брянцева Г.В. участвовали в сборе фактического материала. Анализ и обобщение материала выполнено автором диссертации.

Статьи в иных рецензируемых изданиях:

5. **Кузнецов М.А.,** Большов С.И. Геоморфологические типы берегов острова Уруп (Южные Курильские острова) // Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. 2023. № 1 (78). С. 166–177. DOI: 10.37724/RSU.2023.78.1.016 / 0,86 п. л. (Список ВАК РФ, РИНЦ, IF РИНЦ 0,254). Большову С.И. принадлежит постановка задачи. Все результаты получены автором диссертации.

6. **Кузнецов М.А.**, Едемский Д.Е. Геолого-геоморфологическое строение побережья центральной части залива Касатка (о. Итуруп, Южные Курильские острова) // Процессы в геосредах. — 2020. — № 3 (25). — С. 803–813. / 0,79 п. л. (Список ВАК РФ, РИНЦ, IF РИНЦ 0,122). Едемскому Д.Е. принадлежит постановка задачи. Все результаты получены автором диссертации.

Прочие публикации:

7. **Kuznetsov M.A.** Geomorphology and coastal dynamics as economic development limitations of Matua Island (Central Kuril Archipelago, East Russia) // Stratigraphy and sedimentology of oil-gas basins. — 2020. — № 1. — P. 31–41. / 0,79 п.л. Все результаты получены автором диссертации.

8. **Kuznetsov M.A.**, Edemsky D.E. Coastal geology and geomorphology of the Kasatka Bay (Iturup Island, South Kuril Islands, SE Russia) // Processes in GeoMedia. Springer Geology — 2022. — Vol. 4, no. 4. — P. 49–62. DOI: 10.1007/978-3-030-76328-2_6. / 1 п. л. Едемскому Д.Е. принадлежит постановка задачи. Все результаты получены автором диссертации.

Структура и объём работы. Работа состоит из введения, 5 глав, заключения (объём диссертации составляет 252 страницы, основной текст изложен на 202 страницах, 151 иллюстрации, 4 таблицах), списка литературы (223 наименования, из них 24 на иностранных языках), 5 интернет-источников и 5 графических приложений – карт на изучаемую территорию: геологическая (прил. 1), геоморфологическая (прил. 2), опасных и неблагоприятных геолого-геоморфологических процессов (прил. 3), авторских карт морфолитогенетических типов берегов (прил. 4) и динамики берегов в период с 1980 по 2023 гг. (прил. 5).

Первая глава посвящена характеристике геолого-геоморфологической изученности Южных Курильских островов, в особенности береговой зоны и побережья в целом, и методологическим аспектам работы. Рассмотрена методика полевых и камеральных работ. Во второй главе рассмотрены общие сведения о природных факторах формирования рельефа берегов и подводного берегового склона исследуемых островов. В третьей главе даны геолого-геоморфологическая характеристика берегов Южных Курильских островов и их морфолитогенетическая классификация. В четвёртой главе приведены данные о динамике берегов Южных

Курил с 1980 по 2023 гг. Рассмотрено воздействие волновых (в т.ч. цунами) и неволновых процессов на берега. Пятая глава посвящена прогнозу развития берегов островов на ближайшее будущее (50 лет). На основании результатов проведённых исследований даны рекомендации по возможному использованию берегов в хозяйственных целях. В заключении подводятся итоги выполненной работы, формулируются полученные результаты и приводятся основные выводы, указаны дальнейшие перспективы исследования берегов региона.

Благодарности. Диссертационная работа выполнена на кафедре геоморфологии и палеогеографии Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова под руководством д.г.н., профессора Большова С.И., которому автор выражает глубокую признательность. Автор выражает сердечную благодарность д.г.н., профессору Рычагову Г.И. заложившему основы для написания данной работы, д.г.н, в.н.с Жиндареву Л.А., д.г.н, г.н.с. Леонтьеву И.О. (ИО РАН), к.г.-м.н, в.н.с. Дунаеву Н.Н. (ИО РАН), д.г.н., профессору Игнатову Е.И. и к.г.н., доц. Беляеву Ю.Р. за предоставленные ценные материалы, советы и консультации, с.н.с. к.г.-м.н. Григорьевой А.В. (ИГЕМ РАН) за проведение минералогического анализа.

Данная работа была бы невозможна без участия автора в экспедициях под эгидой Русского Географического Общества «Восточный Бастион – Курильская гряда». Автор выражает признательность руководителям экспедиции Бинюкову Е.А., Калембергу А.П. и Юрманову А.А. за организацию и содействие в проведении исследований и всем участникам совместных полевых маршрутов за дружескую поддержку и помощь при проведении исследований, н.с. Луговому Н.Н., с которым началась моя работа на Курилах. Отдельно хочу поблагодарить Кузнецову Е.А., Кузнецову А.П. и Кузнецову–Жигир Д.Р. за понимание, поддержку и терпение.

Глава 1. Геолого-геоморфологическая изученность региона, методология и методика исследования¹

1.1. Изученность Южных Курильских островов

Первое документальное упоминание об этой территории относится к 1643 г. в отчете голландского мореплавателя М.Г. Де Фриза. Открытие русскими Курильских островов начинается с плаваний первых камчатских казаков-землепроходцев – Д.Я. Анцыферова и И.П. Козыревского (1711-1713 гг.). Южные Курилы исследовали экспедиции М.П. Шпанберга (начальник одного из отрядов экспедиции В. Беринга) (1738-1739 гг.), И. Чёрного (1766-1768 гг.), И.М. Антипина и Д.Я. Шабалина (1779-1780 гг.), Г. Ловцова и А. Лаксмана (1792 г.), Н.А. Хвостова и Г.И. Давыдова (1807 г.), В.М. Головнина и П.И. Рикорда (1811 г.) (Атлас..., 2009), которые описывали природные условия островов, их ресурсы, растительность и животный мир (рис. 1.1.1). Созданы первые русские чертежи островов.

В 1852 г. М.Д. Тебеньковым, главным правителем Российско-Американской Компании, был выпущен атлас с подробными картами островов.

С 1855 (по факту с 1800 года) по 1945 гг. Южные Курильские острова принадлежали Японии. Но, несмотря на это, русскими моряками проводились океанографические исследования в 1841-1890 гг. – адмирал С.О. Макаров, Л.И. Шренк и др. Проводились промеры глубин, измерения температуры вод, описания морских течений.

Европейские исследователи фиксировали природные условия островов, создавали чертежи вулканических построек, уточняли контуры островов (Perrey, 1864; Milne, 1886; Сноу, 1902 (перевод текста 1897 г.), S. Bergman (1932) и др.

Основное внимание японских учёных было сосредоточено на геологическом строении и вулканической активности островов, поиске и разработке полезных ископаемых (Jimbo, 1894; Tanakadate, 1931; Немото, 1934 (перевод 1958); Саса, 1936;

¹ При подготовке данного раздела диссертации использованы следующие публикации, выполненные автором лично или в соавторстве, в которых, согласно положению о присуждении учёных степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования; а также в иных изданиях:

Кузнецов М.А. Берега острова Итуруп: морфология, динамика, прогноз развития // Геоморфология. — 2021. — Т. 52, № 1. — С. 51–60. DOI: 10.31857/S0435428121010089.

Кузнецов М.А., Болысов С.И. Геоморфологические типы берегов острова Уруп (Южные Курильские острова) // Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. 2023. № 1 (78). С. 166–177. DOI: 10.37724/RSU.2023.78.1.016.

Хирабаяси, 1942; и др.). Результатом исследований островов японскими геологами стала геологическая карта Курильских островов (1:250 000) с первыми данными о возрасте горных пород и наличии полезных ископаемых (Немото, Саса, 1960).

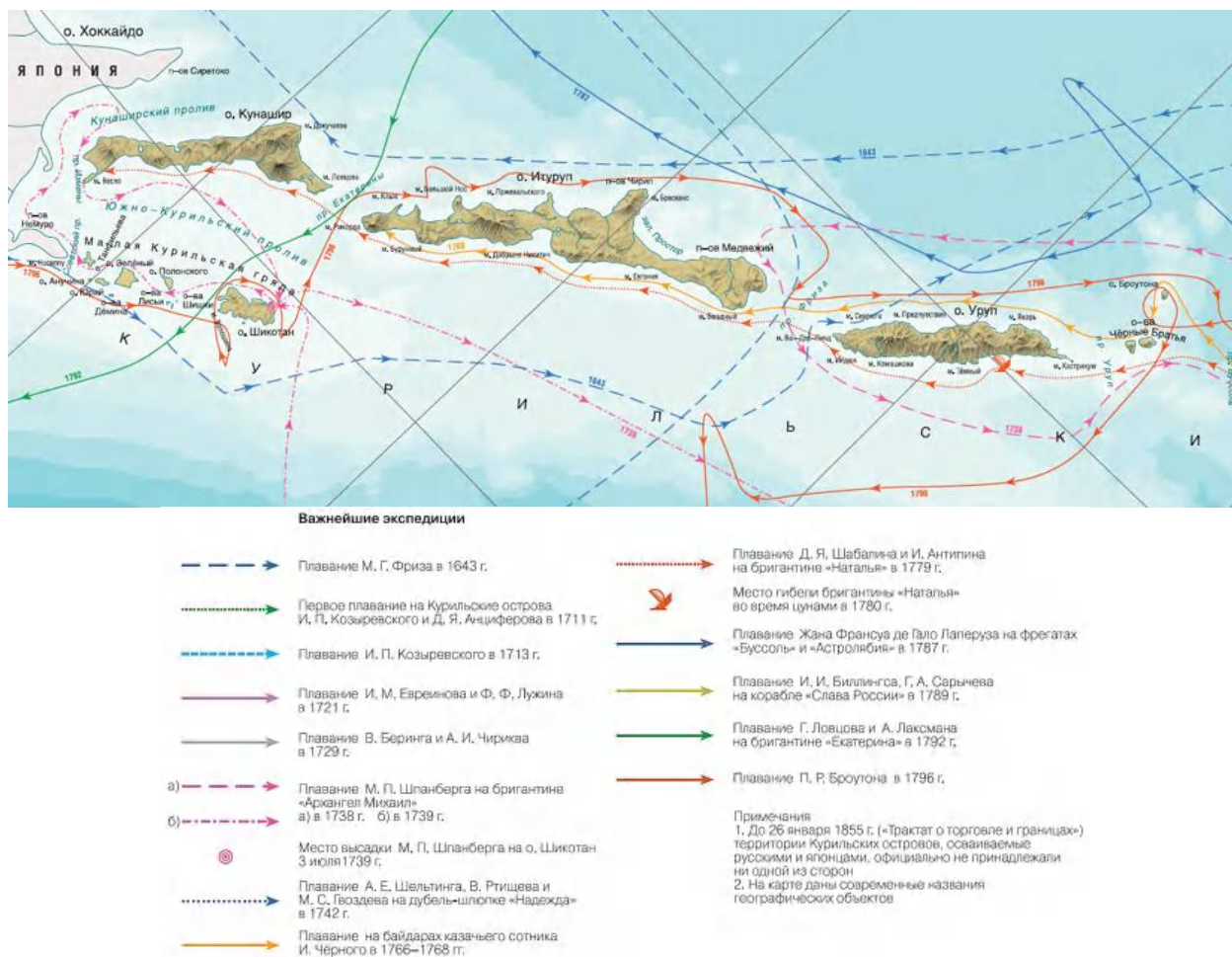


Рисунок 1.1.1. Открытие и первые исследования Южных Курильских островов мореплавателями (Атлас..., 2009)

С 1945 г. началось всестороннее изучение островов советскими исследователями. В 1946 г. южная группа Курильских островов изучалась экспедицией Приморского филиала Всесоюзного географического общества и Дальневосточного филиала АН СССР. Первые работы по геоморфологии на островах проводились Г.В. Корсунской и Ю.К. Ефремовым (Корсунская, 1947, 1958). Основным чертам рельефа Камчатки и Курильских островов (в т.ч. поверхностям выравнивания) посвящена работа Г.М. Власова (1959).

В 1946, 1954, 1959-1960 гг. проводились вулканологические исследования Институтом вулканологии АН СССР (Горшков, 1954, 1958, 1967; Мархинихин, 1967) и Сахалинским геологическим управлением в 1960 г. (Дуничев, 1983).

Вопросы петрографии магматизма, петрологии, петрохимической зональности рассмотрены Г.И. Говоровым и др. (1983, 1987), Б.Н. Пискуновым (1987), В.И. Федорченко и др. (1989), Е.Н. Кичиной и др. (1997), А.В. Рыбиным (1994, 1997) и др.

Природные условия, почвы, флора и фауна описаны Г.В. Корсунской (1947), М.А. Сергеевым (1947), Н.А. Ерёмченко и В.Ю. Баркаловым (2009). Современные ландшафтные исследования проведены К.С. Ганзеем (2010).

В 1950-60 гг. Ю.С. Желубовский и др. проводили комплексную геологическую съёмку Курильских островов, включая южную группу, в масштабе 1:500 000. В результате были составлены и изданы листы Государственной геологической карты СССР и карты полезных ископаемых (1:1 000 000) и объяснительные записки к геологическим картам (Желубовский, 1956, Неверов, Хведченя, 1962; Неверов и др., 1963).

В 1960-70 гг. Сахалинским геологическим управлением проведены геологические съёмки островов в масштабе 1:200 000, составлены и опубликованы листы Государственных геологических карт и пояснительные записки к ним (Пискунов и др., 1964; Сапрыгин, 1970; Геологическая..., 1971, 1972; Королёва, Смирнов, 1974; Бевз, 1980).

В 1983 г. Генеральным штабом СССР изданы наиболее подробные топографические карты островов масштабов от 1:50 000 до 1:500 000.

В 2000-х гг. ВСЕГЕИ выпущены современные геологические карты 1:200 000, геоморфологические схемы масштаба 1:500 000 и эколого-геологические карты масштаба 1:200 000, включающие сведения об опасных и неблагоприятных геолого-геоморфологических процессах на островах. Рассчитана балльная оценка, характеризующая экологическое состояние геологической среды и ее компонентов. На основании анализа эколого-геологической обстановки выделены типы территорий с ограничениями хозяйственной деятельности человека или отсутствием таковых (<https://webmapget.vsegei.ru/index.html>, *прил. 1-3*). В 2009 г. в атласе Курильских островов опубликована геоморфологическая карта островов в масштабе 1:500 000 (Атлас..., 2009).

В 50-80 гг. 20 века гидрографической службой тихоокеанского флота неоднократно проводилась съёмка рельефа дна бухт и заливов Южных Курильских островов (Записки по гидрографии, 2017).

Комплексные морские геолого-геофизические исследования на акватории Южных Курильских островов осуществляли тресты «Дальморнефтегеофизика», «Дальморгеология» и многочисленные научно-исследовательские институты РАН (Институт океанологии, Институт морской геологии и геофизики, Тихоокеанский океанологический институт, Институт вулканологии, Институт физики Земли) (Соловьёв, Гайнанов, 1963; Косминская и др., 1963, Ломтев, 2008).

Детали строения подводной части Курильской дуги, дна Охотского моря и прилегающих частей Тихого океана к Южным Курилам были исследованы экспедициями Института океанологии АН СССР (рис. 1.1.2) на э/с «Витязь» в 1949-1959 гг. (Удинцев, 1954, 1955а, 1955б, 1957; Канаев, 1959; Затонский, Канаев, Удинцев, 1961). По материалам этих экспедиций была составлена карта современных вертикальных движений берегов дальневосточных морей (Budanov et al., 1957). Приведены сведения о геоморфологии шельфа и осадкообразовании на шельфе Южных Курильских островов: П.Л. Безруков, А.П. Лисицын (1961), И.О. Мурдмаа (1961, 1962), Ю.А. Павлидис (1964, 1968), Г.Б. Удинцев (1974), Б.И. Васильев (1974), А.С. Сваричевский (1982), А.С. Сваричевский, Л.В. Сваричевская (1982), В.А. Мануйлов (2012).

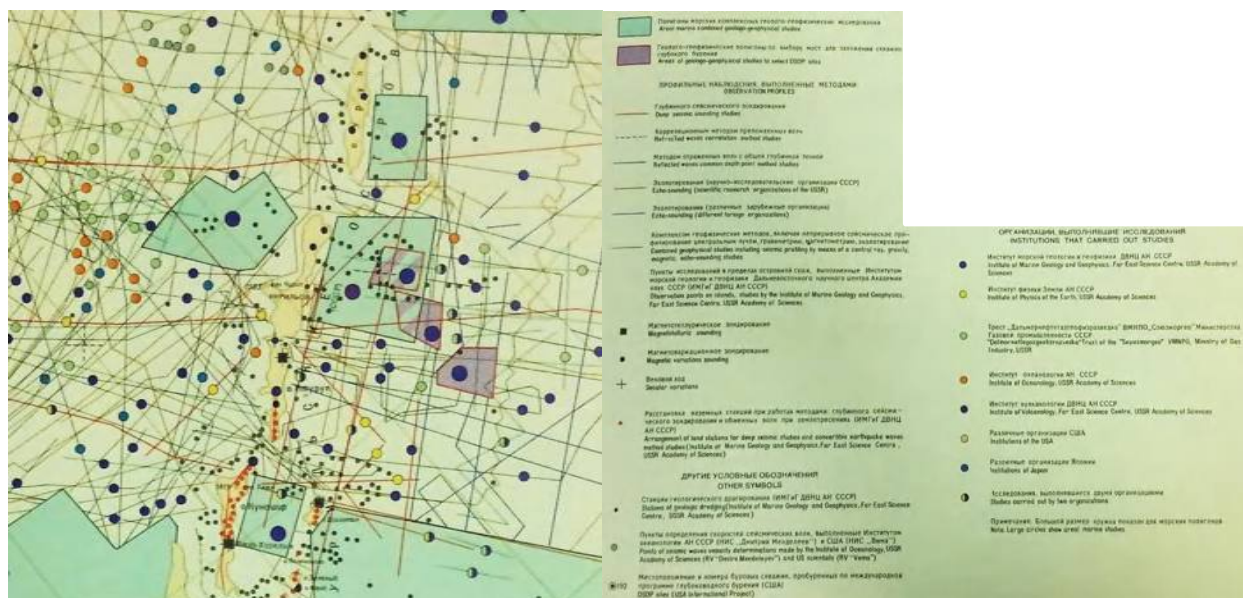


Рисунок 1.1.2. Фрагмент схемы геолого-геофизической изученности Курильских островов (Атлас..., 1987)

Вопросами четвертичной геологии и геоморфологии Южных Курил с 1970 гг. занимались В.К. Гаврилов и Н.А. Соловьёва (1973), И.В. Мелекесцев (1980), В.К. Грабков, А.А. Ищенко (1982), В.А. Красилов и др. (1986, 1988), А.Я. Марков

(1992а, 1992б), Р.Ф. Булгаков (1994) и др., Е.В. Лебедева (2019), Д.Н. Козлов и Е.В. Лебедева (2022). Проблемы неотектонических движений островов освещались в работах М.И. Стрельцова (1970а, 1970б, 1973), В.К. Грабкова и Ю.А. Павлова (Доклады..., 1972), К.Ф. Сергеева (1970, 1976), В.В. Ежова (1983), Е.Н. Меланхолиной (1988), В.А. Ермакова (1997), А.М. Короткого (2004), А.Я. Маркова (2009), Т.К. Злобина и др. (2011). Р.Ф. Булгакова и др. (2020). Н.А. Володичева (1971) исследовала лавинную опасность на Курильских островах.

Изучению вопросов морской геоморфологии Южных Курильских островов посвящено значительно меньше работ. Во второй половине 20 века получены данные о закономерностях формирования берегов Курильских островов (Лымарев, 1955, 1966; Ионин, Каплин, 1960; Ионин, Каплин, Медведев, 1960; Каплин, Ионин, 1961, Зенкович и др., 1964, 1967; Павлидис, 1968; Литвин, 1995; Литвин, Лымарев, 2003), их строении и динамике (Владимиров, Медведев, 1959; Канаев, 1959; Каплин, 1963; Ионин и др., 1971; Кривулин, Соловьева, 1975; Шуйский, 1982; Ганзей, 2010; Дунаев и др., 2019, Афанасьев, 2019; Афанасьев и др., 2020а, 2020б), о причинах разнообразия типов берегов (Зенкович, 1954). М.В. Васина исследовала береговые водопады Южных Курил как объектов туризма (Васина, 2019).

Начиная с 1940-х годов, появились радиоуглеродные даты, позволившие реконструировать основные временные этапы развития берегов Охотского моря в четвертичное время и южных островов Большой Курильской дуги: Ю.Ф. Чемяков (1961), А.П. Кулаков (1973), В.К. Грабков (1975), А.М. Короткий и др. (1988, 1997), В.В. Афанасьев (1992), А.Я. Марков (1992), Р.Ф. Булгаков (1994, 1996), Н.Г. Разжигаева и др. (2004, 2006, 2009, 2011, 2012, 2017), Т.К. Пинегина (2014), Л.Б. Назарова и др. (2019), Afanas'ev V.V. et al (2019).

В ряде работ рассмотрено воздействие цунами на побережье, проведено цунамирайонирование и предложена количественная оценка цунамиопасности, а также приведены данные по палеоцунами (Ионин, Каплин, 1960; Го, Кайстренко, Пелиновский и др., 1988; Иванов, 1997; Кайстренко и др., в Атласе..., 2009; Кайстренко и др., 2011; Иванова, 2011; Кайстренко, Храмушин, Золотухин, 2013; Разжигаева и др., 2011, 2017; Игнатов, 2017; Шевченко, Лоскутов, Кайстренко, 2018, Ганзей и др., 2019).

На островах за последние десятилетия работали несколько комплексных

экспедиций: «Курильский биоконкомплексный проект: человеческая уязвимость и способность к восстановлению при субарктических изменениях» национального научного фонда США в 2008 г. и международная экспедиция «КУРИЛЫ – 2015», основные направления исследований островов – геология, вулканология, палеогеография и геоэкология.

В 2019, 2021-2022 гг. на островах Итуруп, Уруп и Чёрные Братья работала экспедиция Русского географического общества (РГО) совместно с экспедиционным центром Министерства обороны РФ «Восточный Бастион – Курильская Гряда». Автор данной работы принимал участие в географическом отряде экспедиции. В 2022 г. автор работал на островах Кунашир и Шикотан. В ходе полевых работ основное внимание уделялось геоморфологии и динамике берегов островов, а также сбору данных об опасных геолого-геоморфологических процессах на берегах.

Обобщая накопленные к настоящему моменту данные о геолого-геоморфологической и физико-географической изученности Южных Курильских островов, можно констатировать, что детальность изучения островов неоднородна. Наиболее исследованными островами являются Итуруп и Кунашир. Основное внимание исследователей фокусировалось на изучении геологического строения, вулканизма, поиске и разведке полезных ископаемых, палеогеографических реконструкциях. Значительно меньше внимания уделялось особенностям развития экзогенного рельефа, геоморфологическим процессам и изучению морфодинамики берегов. Уруп, острова Чёрные Братья и Броутона, острова Малой гряды исследованы значительно скромнее в силу своей труднопроходимости и сравнительно низкой экономико-географической привлекательности (Кузнецов, Большов, 2023).

Недостаёт сведений по типизации берегов островов в крупном масштабе (имеются единичные мелко- и среднемасштабные карты типов берегов (Добровольский, Залогин, 1982; Булгаков, 1994; Атлас..., 2009)), их геолого-геоморфологическому строению, истории развития и современной морфодинамике. До сих пор нет единого мнения о генезисе высоких террасовидных поверхностей островов. Практически отсутствуют современные данные о рельефе подводного берегового склона, о составе донных осадков, оказывающих существенное влияние на динамику берегов.

1.2. Методологические основы исследования

Основная методологическая концепция, в рамках которой проводилось исследование, – частная геоморфологическая концепция береговой геоморфологии – В.П. Зенковича (1962) – О.К. Леонтьева (1961) «О рельефообразовании в береговой зоне». Сущность её заключается в том, что рельефообразование в береговой зоне зависит, в первую очередь, от направления и силы волновых движений, а также от геолого-геоморфологического строения береговой зоны, тектонического режима и физико-географических условий прилегающей к берегу суши.

Работа частично или полностью опиралась также на следующие основные геоморфологические концепции:

1. Концепция В. Дэвиса (1962) «О стадийности развития рельефа» (морской цикл, по Davies, 1896; Johnson, 1919), суть которой состоит в закономерном развитии берега от стадии юности (расчленённый, мелкоконтурный зубчатый берег), через стадию зрелости (выработка бенчей, выдвигание берегов бухт, торможение абразии мысов, выравнивание берега) к стадии дряхлости (выровненный отмирающий берег). Все обозначенные разности берегов имеют место на Южных Курилах.

2. «Морфологический анализ» В. Пенка (1961), позволяющий осознать проявление в рельефе тектонических трендов – по форме макросклонов выяснять соотношение тектонических и денудационных процессов (прежде всего для воздымающихся территорий, какими в целом являются Южные Курильские острова).

3. «Морфоклиматическая концепция» А. Пенка – И.С. Щукина (1960), объясняющая зависимость экзогенного рельефообразования от климатических условий (район исследования расположен в гумидной морфоклиматической обстановке умеренных широт).

4. «Концепция высотных уровней рельефа» К.К. Маркова (1948) – применительно к абразионно-аккумулятивному уровню – которая гласит, что рельеф данного уровня выступает как результат пассивного отражения колебательных движений земной коры («Уровень водоемов и изменение рельефа Земли») и как результат активного преобразования земной поверхности абразией и морской аккумуляцией (собственно «Абразионно-аккумулятивный уровень»).

5. Учение И.С. Щукина (1960) «О генетических типах рельефа», согласно

которому для конкретных природных условий определяются характерные группы факторов рельефообразования с возможностью перехода ведущей роли от одного из них к другому. Это позволяет выделить типы природной среды (побережья морей и океанов и области вулканической деятельности) по доминирующим факторам рельефообразования (волновая деятельность, вулканическая и тектоническая активность). В данном исследовании при составлении геоморфологических карт использованы морфогенетический и морфолитогенетический принципы картографирования.

6. Концепция «О геотектурах, морфоструктурах и морфоскульптурах» И.П. Герасимова (1946, 1959), сущность которой состоит в том, что разные по масштабу формы и комплексы рельефа имеют разную природу (эндогенную, экзогенную и планетарную). Эта концепция позволила среди всего многообразия форм рельефа выделить главные генетические группы морфоструктур и морфоскульптур, различающихся не только по своим масштабам, но и по условиям формирования. Береговые морфоскульптуры района исследования во многом предопределяются морфоструктурным основанием.

7. Методологический подход Ю.К. Ефремова (1950) – И.Г. Черванёва (1985) – В.И. Мысливца (1988) «О сущности рельефообразования», которое заключается в разрешении возникающих противоречий между устаревающей формой рельефа (морфология рельефа) и обновляющимся содержанием (основной рельефообразующий процесс). Например, произошло резкое выпадение большого количества циклонических осадков или землетрясение, которые привели к сходам оползней в береговую зону. Береговые процессы подстраивают форму (оползневые тела) под новое для них содержание (волновые процессы) – меняется форма рельефа берега, вырабатывается новый профиль динамического равновесия подводного берегового склона.

В работе использованы различные по уровню и содержанию методы исследования. Задействованы общенаучные методы, такие как: наблюдение, измерение, дедукция, индукция, анализ, синтез, аналогия, сравнительно-описательный метод, обобщение, классификация. Широко используются географические методы познания, а именно: собственно географический метод исследования, а в его рамках – сравнительно-описательный, геоморфологический и

картографический методы, экспедиционные исследования и изучение разновременных топографических карт и спутниковых снимков. Из более конкретных геоморфологических методов познания (Симонов, Болысов, 2002) использованы: морфоструктурный, морфоклиматический, морфографический и морфометрический, морфолитогенетический, палеогеоморфологический и морфодинамический.

Методы исследования береговой зоны опирались на систему законов геоморфологии береговой зоны морей и океанов (по Асееву и др., 1988): «Закон формирования профиля равновесия подводного берегового склона», впервые сформулированный Д. Джонсоном (Johnson, 1919), впоследствии развитый В.П. Зенковичем (1946, 1962), О.К. Леонтьевым (1949), П. Брууном (Bruun, 1954, 1962) и Р. Дином (Dean, 1977, 1991); «Закон глубины волнового воздействия на дно» В.В. Лонгинова (1963); «Закон распределения морских наносов по крупности на подводном береговом склоне» (Зенкович, 1946) и «Закон дифференциации морских наносов в береговой зоне» (Зенкович, 1947); «Закон унаследованности береговых форм рельефа» (Леонтьев и др., 1960) и «Закон широтной зональности в морфологии и динамике морских берегов», установленный Дж. Дэвисом (Davies, 1964).

Автор использовал следующие методы исследования береговой зоны:

1) морфологический анализ рельефа береговой зоны и низких морских террас (анализ поперечных профилей систем береговых валов, береговых и донных (по батиметрическим картам) форм рельефа, особенностей конфигурации береговой линии);

2) литолого-стратиграфический метод – анализ вещественного состава пород, вскрывающихся в клифах и на бенчах, отложений систем береговых валов и пляжей (при помощи гранулометрического и минералогического анализа) для выявления источников поступления наносов в береговую зону и определения направления их перемещения;

3) методы количественного изучения динамики берегов – сравнение разновременных топографических карт и космических снимков, позволяющие получить информацию об интенсивности волновых и неволновых процессов, влияющих на морфодинамику береговой зоны;

4) методы качественного и количественного прогнозирования эволюции

берегов на основе ретроспективного анализа и применения логического (для сверхдолгосрочного прогноза), а также компьютерного моделирования.

1.3. Методика исследования берегов

1.3.1. Исходные материалы (камеральные и полевые исследования)

Геоморфологические исследования береговой зоны и прибрежных морских террас Южных Курильских островов включали три этапа исследований: подготовительный (камеральный), полевой и послеполевой (камеральный).

На начальном этапе исследования островов были проанализированы разновременные топографические, геологические и геоморфологические карты разных масштабов от 1:1 000 000 до 1:50 000 и космические снимки открытого доступа семейства спутников Landsat-3, 5 и 7 (с пространственным разрешением в панхроматическом диапазоне 40, 30 и 15 м, соответственно) и спутников компании DigitalGlobe (QuickBird, WorldView, GeoEye с метровым пространственным разрешением в программе Google Earth) с 1980 по 2023 гг. Полученная основа использовалась для предполевого дешифрирования территории и составления предварительного плана полевых работ. На предполевом этапе был осуществлён поиск литературных данных о геоструктурных условиях, геолого-геоморфологическом строении территории, её природных условиях и основных факторах формирования берегов.

Полевой этап исследований проходил в рамках совместных экспедиций Министерства обороны РФ и Русского географического общества «Восточный Бастион – Курильская гряда» на островах Итуруп, Уруп и Черные Братья в 2019, 2021 и 2022 гг., а также в рамках самостоятельных маршрутов на островах Кунашир и Шикотан в 2022 г. За время полевых этапов было проведено 68 маршрутов общей протяжённостью около 4240 км. Из них пеших 733 км, на машинах 726 км, на лодках и кораблях 2371 км, на вертолёте 410 км.

Полевые исследования затронули центральную часть о. Итуруп: заливы Касатка, Куйбышевский, Курильский, Китовый; юго-западную часть: заливы Одесский, Доброе Начало, бухта Львиная Пасть; северо-восточную часть: заливы Простор, участок бухты Торная – Софьи, бухта Медвежья.

На острове Уруп полевые исследования проводились в основном на

охотоморской его части: на участке от мыса Кастрикум до мыса Тигровый, в бухте Новокурильская; от мыса Тигровый до мыса Ван-дер-Линд (крайняя юго-западная точка острова), включая бухту Абрамова, в заливе Наталии и в бухте Ирина, в заливах Токотан и Смуглом, в бухтах Луговой, Песочной, Тетяева, в заливе Щукина, в бухтах Опасной и Катаева. Сухопутные исследования тихоокеанской части острова проводились на его северном и южном п-вах – Кастрикум и Ван-дер-Линд (в районе бухты Капсюль). С борта корабля был обследован участок тихоокеанской стороны от бухты Алеутка до м. Ван-дер-Линд и вся охотоморская сторона.

Сухопутные работы на о. Чирпой (о-ва Чёрные Братья) проводились на охотоморском участке – м. Сатана и к северу от него, а также на тихоокеанской стороне – от бухты к юго-западу от м. Удушливый – до бухты Песчаной. Остров был полностью осмотрен с борта моторной лодки. Остров Брат-Чирпоев был осмотрен с борта гидрографического судна.

На острове Кунашир сухопутные исследования проводились на 2 протяженных участках тихоокеанской стороны – от р. Филатова до пос. Горячий пляж и от м. Пузанова до м. Весло, а также на берегу залива Измены. На охотоморской стороне обследован участок от восточного окончания Серноводского перешейка до б. Первухина и оз. Лагунного. Вся охотоморская сторона острова обследована с борта гидрографического судна.

Полевые исследования острова Шикотан затронули, в основном, его тихоокеанскую сторону: бухта Церковная, Димитрова, Маячная, Безымянная. С мыса Волошина осмотрена одноимённая бухта и часть бухты Дельфин. Вся охотоморская сторона осмотрена с борта транспортного судна.

В ходе маршрутных исследований были выявлены основные морфолитогенетические типы берегов и определены ведущие рельефообразующие процессы на берегах и примыкающих к ним низких морских террасах. Выполнено 513 точек геоморфологических описаний берегов и морских террас. Все точки размещались в наиболее характерных участках береговой зоны и зафиксированы в GPS-приёмнике (Garmin eTrex10). Выполнена фотосъёмка берегов. На основе собранных данных построена карта фактического материала (*рис. 1.3.1*).

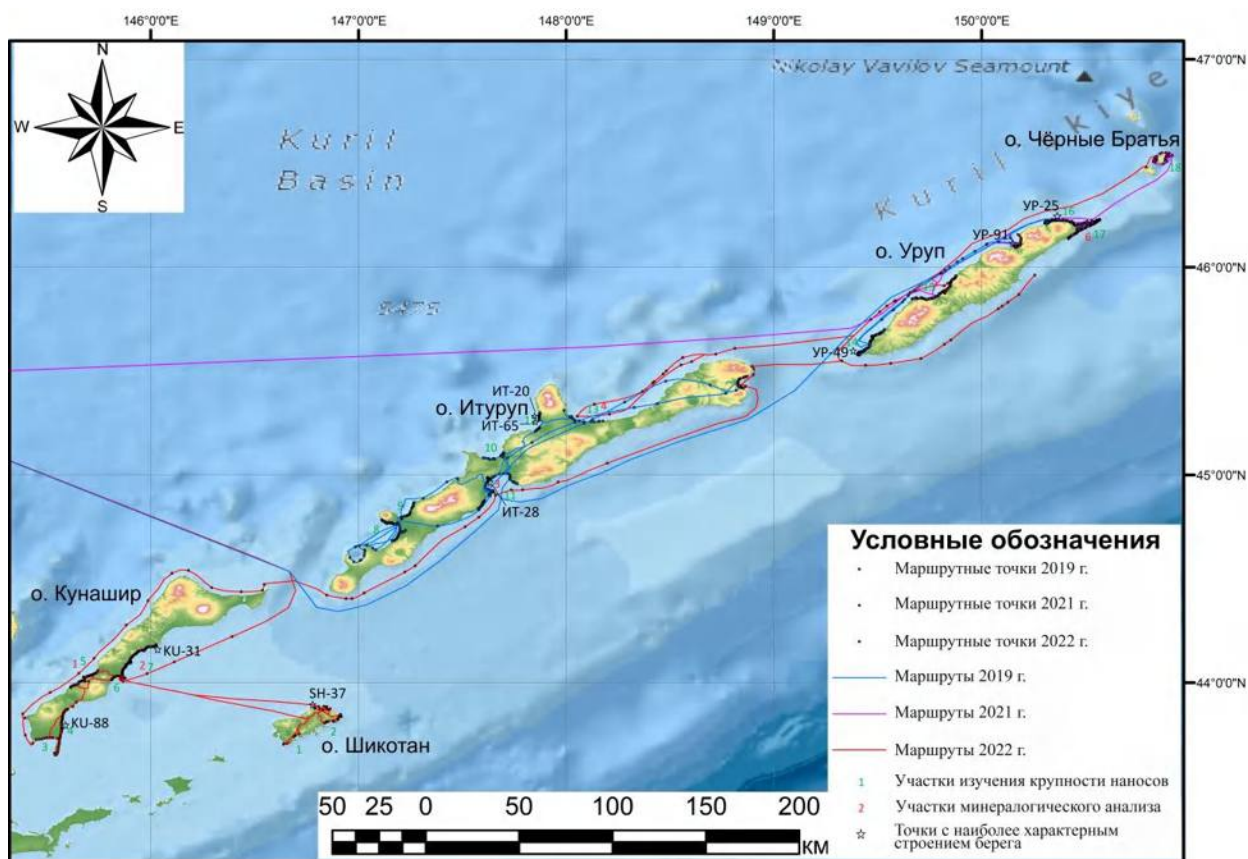


Рисунок 1.3.1. Карта фактического материала полевых исследований в 2019-2022 гг.

Для съёмки рельефа побережья залива Касатка был использован беспилотный летательный аппарат (квадрокоптер) DJI Phantom 4. Во время вертолетных и водных маршрутов проводилось фотографирование берегов и террасовых уровней, фиксировались смена типов берегов и места проявлений опасных процессов с помощью GPS-приёмника (Garmin eTrex10).

Проведено барометрическое профилирование берегов и комплекса низких террас (528 поперечных профилей). Профили в пределах береговой зоны располагались на характерных участках: мысах, центральных частях бухт, в местах резкого изменения геоморфологического строения берегов.

Исследование прибрежно-морских отложений проводилось методом шурфования и послойного описания шурфов. Выкопано и детально описано 28 шурфов общей глубиной 53,7 м. Проведена расчистка 52 обнажений береговых уступов и уступов террас.

Для определения направления перемещения наносов в береговой зоне проведён отбор 332 образцов из осадков приурезовой зоны на гранулометрический анализ (на 18 участках), в т.ч. 58 образцов на изучение минералогического состава

проб (на 6 крупных участках) (см. рис. 1.3.1).

Во время пеших исследований проводилась съёмка современного положения береговой линии с помощью GPS-приёмника Garmin eTrex10. Плановая точность при одновременном использовании двух глобальных систем спутниковой навигации Глонасс и GPS и при максимальном уровне сигнала составляет 2-3 м. Средние значения точности определения местоположения по GPS составляют $\pm 3,6$ м (Руководство..., 2011). Получены новые данные об опасных и неблагоприятных процессах на берегах. Места их проявления отмечены в GPS-приёмнике.

1.3.2. Обоснование выбора методических приёмов

При описании берегов в полевом дневнике фиксировались *морфологические параметры* форм рельефа: протяжённость и ширина пляжа или бенча, абсолютная и относительная высота бровок и тыловых швов террас, береговых валов (и их количество) и днищ межваловых ложбин, крутизна клифов; *литологические особенности*: размерность пляжевых отложений, петрографический состав пород, слагающих береговые уступы; описывалась степень изрезанности береговой линии, характер растительности, а также интенсивность антропогенной нагрузки в пределах береговой зоны.

Профилирование низких уровней морских террас проводилось при помощи откалиброванного на уровень моря GPS-приёмника. Приёмник вёл запись трека, и в характерных местах ставились точки – на вершинах береговых валов и в днищах межваловых ложбин. Для контроля применялась шагомерная съёмка и визуальное измерение превышений вершин валов над днищами ложбин. Вся полученная информация фиксировалась в полевом дневнике в виде профилей. На профилях (по данным шурфов) фиксировался состав отложений, наличие обломков, степень их окатанности и текстурные особенности слоя, а также изменения в растительном покрове и антропогенная нагрузка.

При описании шурфов в полевом дневнике фиксировались: мощность слоёв, гранулометрический и петрографический состав, наличие слоистости, характер границ между слоями, угловые несогласия, цвет, крупность и степень окатанности обломков и степень цементации.

В качестве образцов песчаного пляжевого материала на гранулометрический

анализ отбиралась средняя проба – навеска грунта не менее 200-300 г. с мористой стороны пляжевого берегового вала на одинаковом расстоянии от линии уреза, в пределах зоны заплеска (рис. 1.3.2.1). Пробы отбирались по обе стороны от возможных источников поступления наносов (уступ размыва, устье ручья, реки). Кроме того, исследовались образцы пород, обнажающиеся в абразионных уступах, и состав аллювия в устье водотоков.



Рисунок 1.3.2.1. Отбор образца на гранулометрический анализ (фото Денисовой А.)

В ходе послеполевого (камерального) этапа проведена систематизация собранных в поле материалов: оформлены описания точек в электронном виде, шурфов и профилей в электронном графическом виде с помощью программы Inkscape.

Привязка карт и снимков проводилась в программе ArcMap 10.6. Для построения карт использовались результаты полевых исследований, которые были нанесены на подготовленную на начальном этапе исследования основу («привязанные» на территорию карты и космоснимки). Проведено дистанционное определение типов берегов и опасных процессов на берегах тех районов островов, которые не удалось посетить в ходе экспедиции (по космическим снимкам высокого и сверхвысокого разрешения, путем сравнения их с теми участками на космоснимках, которые были обследованы в маршрутах).

На основании перечисленных выше материалов, а также данных дешифрирования разновременных космических снимков были разработаны легенды и составлены карты: фактического материала (1:1500000) (рис. 1.3.1), морфолитогенетических типов берегов (1:10000-1:600000) (прил. 4), динамики берегов (с 1980 по 2023 гг.) (1:10000-1:600000) (рисунки в подглаве 4.1., прил. 5).

Для изучения динамики берегов с 1980 по 2023 гг. были использованы

ежегодные снимки в ближней инфракрасной зоне и в видимом диапазоне, с наиболее благоприятными метеорологическими условиями – прежде всего снимки с низкой облачностью. На снимках зона осушки переувлажнена, поэтому изображается почти таким же тёмным тоном, как водная поверхность. При этом легко определяется верхняя граница осушки (вершина заплеска (Лабутина, 2004)), которая при дешифрировании и принималась автором за береговую линию максимального прилива. Из-за больших уклонов подводного берегового склона и небольших приливно-отливных колебаний уровня моря (около 1 метра) на островах ширина приливно-отливной осушки невелика (до 3-5 м). Максимальные значения (до 20 м) она принимает в кутовых частях крупных заливов. В вершине заплеска обычно формируются набросы ламинарии и другой водной растительности, которые также помогают при дешифрировании.

В ArcMap 10.6 осуществлялись дешифрирование и отрисовка одновременных береговых линий путём наложения друг на друга пар одновременных космических снимков одних съёмочных систем. Следует отметить, что заметные расхождения в положении береговых линий разных лет связано не только с истинной динамикой берегов, но и из-за погрешностей, вызванных сравнением космических снимков разных съёмочных систем с разным пространственным разрешением, а также из-за инструментальных ошибок цифрования (Симонов, 1988; Кравцова, 2014).

Учитывая точность отображения рельефа и береговой линии на топокартах, а также на космоснимках различного пространственного разрешения (Landsat-3, 5 и 7 – 40, 30 и 15 м в панхроматическом диапазоне), по снимкам 1980 – 2007 гг. можно оценить погрешность измерений в первые десятки метров (до 20 м или 0,5 пикселя), поскольку береговая линия проводилась по середине пикселя. Однако, используя относительно стабильные формы рельефа как реперные точки (например, отмершие береговые клифы, сложенные скальными породами, крупные кекуры и т.д.) и корректируя измерения по ним, удаётся снизить погрешность до 10-15 м, что является приемлемым для оценки динамики береговой линии, имеющей на островах амплитуду в десятки метров (Кузнецов, 2021).

С появлением общедоступных спутниковых снимков высокого и сверхвысокого разрешения (QuickBird, WorldView, GeoEye в программе Google

Earth), на которых размер пиксела меньше зоны осушки, удаётся снизить погрешность до первых метров (результаты дешифрирования разновременных береговых линий см. в главе 4).

На камеральном этапе работы в лаборатории кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова автором проведён гранулометрический анализ 332 отобранных образцов пляжевых песчаных отложений (виброгрохот Fritch). Это позволило выявить особенности перемещения наносов в береговой зоне. Методика проведения сухого ситового гранулометрического анализа и расчёта параметров для последующей интерпретации даны по С.И. Романовскому (1977), И.А. Каревской и А.В. Панину (Палеогеографические методы..., 2012). Используются навески 50 гр. песка, параметры программы сухого отсева, оптимальные для образцов пляжевых песков: амплитуда вертикальных колебаний 2,5 мм, время отсева 30 мин, продолжительность интервала отсева 1 сек. Сита: 2, 1, 0,5, 0,25, 0,1, 0,05 мм (деления гранулометрической шкалы по Рухину, 1969). Построены графики изменений гранулометрического состава образцов на исследуемых 18 участках.

Минералогический анализ 58 образцов методом сканирующей электронной оптической микроскопии (в некоторых случаях, для уточнения диагностики, с использованием электронного сканирующего микроскопа) проведен сотрудником института Геологии рудных месторождений, петрологии, минералогии и геохимии с.н.с. к.г.-м.н. Григорьевой А.В. в лаборатории Геологии рудных месторождений. Цель проводимого анализа – выявление источников сноса материала и динамики вещества в береговой зоне. В качестве образцов использовались полученные при гранулометрическом анализе преобладающие фракции 0,5-0,25 мм на охотоморском побережье островов и 0,25-0,1 мм на тихоокеанском побережье. Проведено разделение проб в бромформе на тяжелую и легкую фракции с последующим изучением с помощью оптического микроскопа, получены содержания минералов в объемных %. Автором построены графики изменений минералогического состава образцов на исследуемых 6 участках.

Для исследования морфодинамики берегов ключевых участков в данной работе используются модели, разработанные И.О. Леонтьевым (2001, 2014, 2020): CIRS-M – для визуализации прибрежной циркуляции штормовых течений, на её

основе – LONT-2D – помогающая провести расчёты вдольберегового перемещения материала, и CROSS-PB – позволяющая рассчитать сезонные штормовые деформации берегового профиля.

В основе модели горизонтальной циркуляции CIRS-M (Леонтьев, 2001) используется описание характеристик волнения, донного трения и горизонтального обмена. Исходными данными служат поле глубин, свойства донного грунта и входные параметры волн. На их основе рассчитывается поле движущих сил, обусловленных процессами трансформации и диссипации волновой энергии, и оцениваются характеристики донного трения. Далее система уравнений численно интегрируется в пределах прямоугольной области, перекрывающей интересующий нас участок прибрежной акватории, в результате чего определяются локальные расходы воды и распределение среднего уровня воды. Используется равномерная пространственная сетка с постоянным размером шагов по соответствующим осям координат (Леонтьев, 2001).

Предварительно расчетная область, нанесенная на батиметрическую карту, покрывается сетью, содержащей $10*10$ или $20*20$ ячеек (в зависимости от сложности рельефа дна), в узлах которой задаются глубины. Применяемые на практике батиметрические карты обладают определенными ограничениями в плане разрешения деталей рельефа, который к тому же довольно изменчив во времени. Поэтому указанного количества точек, как правило, оказывается вполне достаточно. После ввода файла глубин вычислительная программа создает более густую сеть, содержащую порядка $100*100$ элементов, и дополнительные значения глубин в ее узлах задаются путем интерполяции (Леонтьев, 2001).

В каждом узле сетки по уравнению рефракции вычисляются локальные углы подхода волн. Затем рассчитывается двумерное поле высот волн, после чего определяются силовые функции. Расчет характеристик горизонтальной циркуляции выполняется только в четных узлах сетки. Это позволяет значительно сократить объем вычислений и повысить устойчивость численной схемы. Разрешающая способность модели при этом остается вполне достаточной для практических приложений (Леонтьев, 2001).

На внешней (морской) границе рассматриваемой области средний уровень и значения расходов воды предполагаются равными нулю. Это подразумевает, что

данная граница выбирается на достаточном удалении от области максимума течений, т.е., по меньшей мере, за пределами прибойной зоны. На открытых боковых границах предполагается отсутствие продольных градиентов расходов и среднего уровня. На береговой линии исчезают как нормальный, так и продольный расходы воды (Леонтьев, 2001).

Расчёт ёмкости и моделирование вдольберегового перемещения наносов представляет собой одну из важнейших задач геоморфологии морских берегов, поскольку эти данные позволяют сделать выводы о тенденциях развития береговой зоны. Для решения этой задачи И.О. Леонтьевым (2014) была разработана модель LONT-2D.

В основе модели заложен принцип дивергенции волновой энергии в бухтах и конвергенции на мысах. Модель показывает наиболее точные результаты на относительно спрямленных участках береговых линий. Программа модели выполняет вычисления на прямоугольной сетке, включающей 100*100 ячеек, в узлах которой заданы глубины прибрежной акватории. Размер шагов сетки обычно составляет порядка 10 м по нормали и 10-1000 м вдоль берега. Внешняя граница расчетной области располагается на глубинах порядка 10 м. Параметры волн на границе рассчитываются по параметрам глубокой воды (Леонтьев, 2014). Исходными данными служат батиметрический план прибрежной акватории, сведения о наносах (медианный диаметр частиц) и статистика волнений (повторяемость различных градаций высот для различных направлений волн).

Для береговой зоны с преимущественно песчаными наносами формула для расчёта вдольберегового перемещения материала имеет вид:

$$Q_y = 0.04\mu \left(0.8 + 0.02 \frac{\sqrt{gh_a}}{w_x} \right) \left(\frac{1}{8} \rho g H_{rms}^2 \right) \sqrt{gh_a} \sin(\Theta_a + \delta) \cos(\Theta_a + \delta).$$

Если координатная ось ОУ ориентирована параллельно генеральному направлению береговой линии, то угол подхода волн Θ соответствует углу между направлением волн и «средней» нормалью к берегу (осью ОХ). Однако необходимо также принять в расчет и дополнительный угол δ , характеризующий локальные отклонения контура берега от оси ОУ, μ – коэффициент, согласующий размерности Q_y (вдольбереговой расход наносов) и F_y (продольная составляющая потока энергии, которая генерируется волнами, подходящими под углом к берегу), H_{rmsB} – рэлеевское

распределение высот волн в прибрежной акватории, h_b – глубина обрушения волн, d_g – средний размер частиц.

Данные зависимости фактически определяют ёмкость расхода, т.е. его значение при наличии достаточного количества материала на дне, обеспечивающего формирование насыщенного потока наносов. Результатом моделирования являются кривые градиента ёмкости вдольберегового транспорта наносов согласно суммарной повторяемости волн для каждого волноопасного направления. Для определения результирующего направления перемещения наносов полученные по всем направлениям данные суммируются и отображаются в виде отдельной кривой расхода потока наносов.

Прогнозирование изменений профиля подводного берегового склона в масштабе штормового цикла заключается, по модели CROSS-PB И.О. Леонтьева (2020), в определении морфометрических параметров прибойной зоны в зависимости от характерной высоты волн и крупности наносов. Допущением является постулат о постоянстве площади поперечного сечения активного профиля в условиях сбалансированного бюджета наносов.

Модель базируется на основных механизмах, контролирующих транспорт наносов в зонах трансформации и прибоя, включая горизонтальную и вертикальную асимметрию волновых скоростей, противотечение и инфрагравитационные колебания, связанные с группами волн. Необходимые для расчетов параметры волн H_{rms} , Q_b и Θ определяются с помощью модели (Леонтьев, 2001), основанной на уравнениях баланса энергии и рефракции волн, скорость распространения волн C рассчитывается по линейной теории.

Предполагается (Леонтьев, 2020), что максимум расхода наносов в потоке заплеска достигается на береговой линии. С приближением к границам зоны заплеска расход затухает, а в нижней части зоны поперечный объемный расход наносов (q) и расход наносов в потоке заплеска (q_f) суммируются. Деформации

профиля дна определяются из закона сохранения массы $\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial q_x}{\partial x}$, где t – время, а величина q_x принимает значения q , q_f или $q+q_f$ в зависимости от положения данной точки (рис. 1.3.2.2).

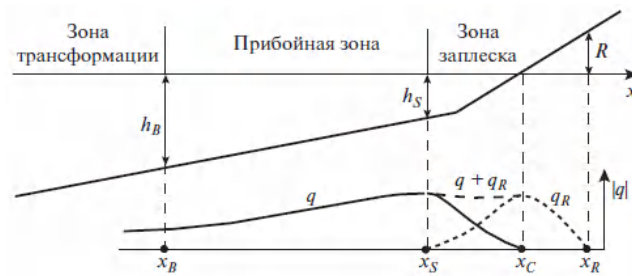
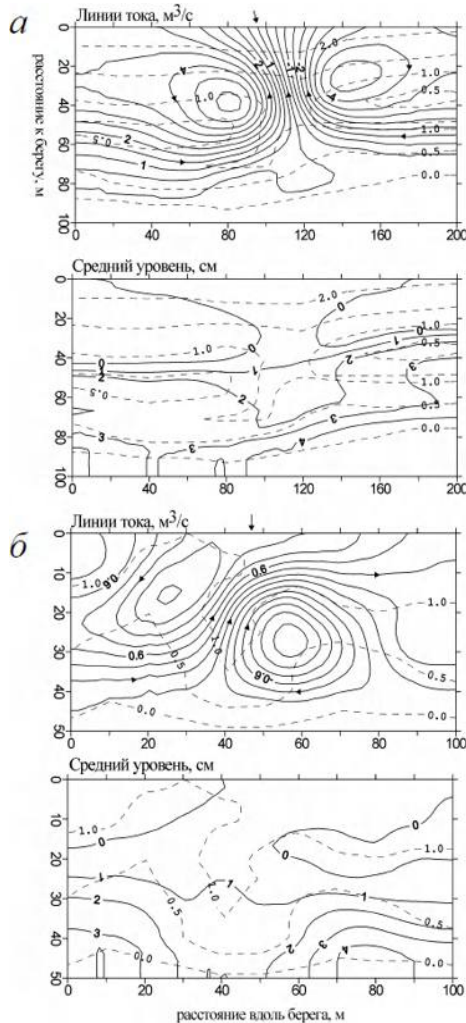


Рисунок 1.3.2.2. Схема берегового профиля (Леонтьев, 2020)

Уравнение деформации профиля дна интегрируется с шагом по времени порядка нескольких периодов волн. Шаг по пространству в зависимости от длины и уклона профиля составляет 0,1–1 м. Если в ходе расчетов локальный уклон дна достигает предельного значения $\text{tg}\alpha_g$, то включается алгоритм имитации обвала (Леонтьев, 2001, 2014). При расчетах принимаются во внимание изменения среднего уровня моря, включая штормовой нагон и приливные колебания (Леонтьев, 2020).

1.3.3. Верификация моделей



Результаты моделирования CIRS-M реальных ситуаций, в которых были зафиксированы разрывные течения (Айбулатов, 1990, Sonu, 1972), отражены на рис. 1.3.3.1. Прерывистые линии на графиках обозначают контуры дна (глубины даны в метрах, нулевой контур отвечает береговой линии), а сплошные соответствуют либо линиям тока, либо контурам среднего уровня. Линии тока представляют сечения функции тока. Направления волн и течений показаны стрелками. Изолинии уровня даны в см (Леонтьев, 2020).

Рисунок 1.3.3.1. Моделирование разрывных течений для условий наблюдений Айбулатова (1990) на Черном море (а) и Сону (Sonu, 1972) на атлантическом побережье США (б). Начальные параметры волн: а) $H_{rms} = 0,35$ м,

$T_p = 5,4$ с, $\varphi = 10^\circ$; б) $H_{rms} = 0,35$ м, $T_p = 5,0$ с, $\varphi = 0^\circ$.

(Леонтьев, 2020)

Как видно из распределения линий тока, показанных на рис. 5.10а, в качественном плане модель хорошо воспроизводит описанную ситуацию. Контуры поверхности среднего уровня (нижний график на *рис. 1.3.3.1а*) указывают на ее возвышение в зонах между валом и берегом и депрессию напротив разрыва, куда устремляются градиентные течения. Мористее вала наоборот, уровень ниже, чем по створу разрыва, что обуславливает растекание течения в обе стороны (Леонтьев, 2020).

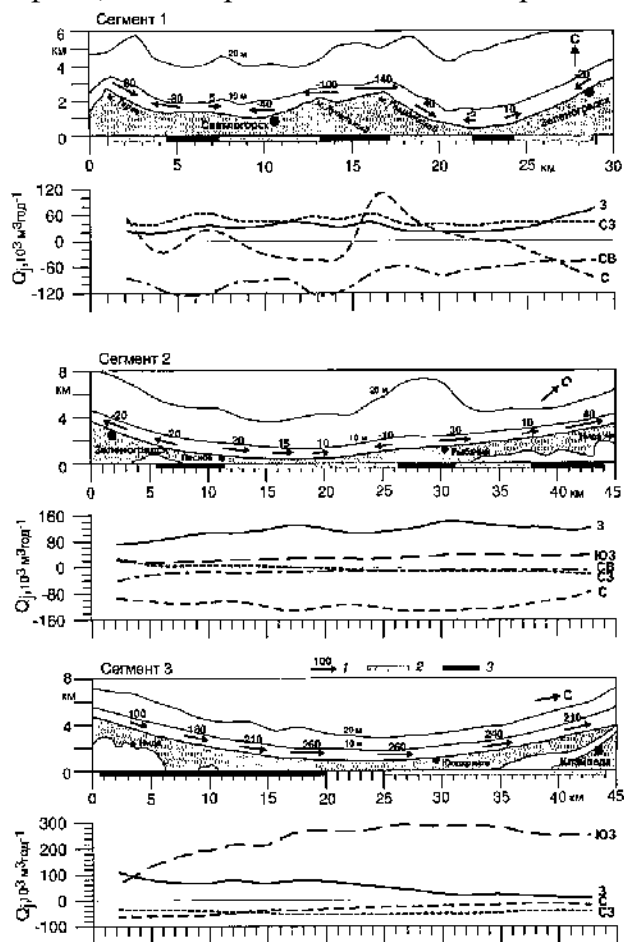
В количественном отношении результаты менее удовлетворительны. Расчетные скорости оттока получаются сравнительно небольшими (не более 0,3 м/с), хотя скорости градиентных течений довольно близки к реальным (до 0,4 м/с).

Расчетные распределения линий тока, показанные на *рис. 1.3.3.1б*, вполне согласуются с наблюдавшейся картиной циркуляции. Отмечается заметное превышение среднего уровня на мелководных пологих участках по сравнению с его значением в разрывном канале (нижний график на *рис. 1.3.3.1б*). Однако предсказанные скорости оттока снова оказываются значительно меньше действительных (0,2 м/с), хотя скорости потоков к берегу и градиентных течений совпадают с указанными выше (Леонтьев, 2020).

Говоря о возможных причинах указанных расхождений, следует отметить, что разрывное течение, в отличие от сравнительно однородных по глубине вдольбереговых потоков, обнаруживает заметную вертикальную стратификацию. Из наблюдений также следует, что разрывное течение пульсирует во времени, причем период пульсаций определяется периодом волновых групп (Шепард, Инман, 1951, Sonu, 1972). Группе высоких волн соответствует уменьшение скорости (иногда полный реверс течения) и подъем уровня у берега. За этим следует быстрое усиление оттока, достигающее максимума при прохождении группы низких волн. В результате отклонения максимальных скоростей от средних по времени значений могут быть очень велики, что осложняет интерпретацию данных наблюдений за течениями (Леонтьев, 2020).

Наконец, тот факт, что модель недооценивает силу разрывного течения, может свидетельствовать о том, что интенсивность горизонтального обмена в окрестностях струи оттока на самом деле меньше, чем предполагается при расчетах. Однако, результаты (Svendsen, Haas, 1999) свидетельствуют о том, что

роль разрывных течений в динамике береговой зоны часто преувеличивается, и подтверждают мнение И.О. Леонтьева (1974) о противотечении, как об общем фоне, на котором эпизодически проявляются разрывные течения.



Наиболее характерный пример проверки модели LONT-2D – расчёт вдольбереговых перемещений наносов при изучении районов юго-восточной Балтики (рис. 1.3.3.2).

Рисунок 1.3.3.2. Вдольбереговое перемещение наносов вдоль выделенных береговых сегментов (Леонтьев, 2014): 1 – результирующий поток наносов в тыс. $\text{м}^3/\text{год}$, 2 – зоны аккумуляции, 3 – зоны размыва. Показаны также распределения потоков Q_j , формируемых волнениями различных румбов. Значения потоков в восточном и северном направлениях считаются положительными

Полученные результаты согласуются с точкой зрения (Бабаков, 2009) об отсутствии однонаправленного перемещения наносов в рассматриваемой части Балтики. Такой поток прослеживается только в северной половине Куршской косы, хотя, возможно, он продолжается и далее на север. Для остальной части побережья типична ячеистая структура переноса, обуславливающая чередование зон дивергенции и конвергенции потоков вещества или, говоря иначе, зон выноса и притока материала (Леонтьев, 2014).

Положение тех или иных зон, основанное на расчетах, в общем, согласуется с опубликованными данными наблюдений. Известно, например, что один из наиболее уязвимых участков берега находится в корневой части Куршской косы в районе п. Лесное (Бобыкина, Болдырев, 2007). С позиций полученных результатов существующий здесь дефицит наносов обусловлен их выносом вследствие дивергенции вдольбереговых потоков. Та же причина, судя по рис. 1.3.3.2, может

объяснять высокий темп абразии, наблюдаемой вблизи п. Рыбачий, в бухте Пионерская (между мысами Купальный и Гвардейский) и у п. Отрадное между бухтами Филино и Светлогорской (Болдырев, Рябкова, 2001; Сергеев, 2010, Корзинин, 2012). Береговые исследования свидетельствуют о преобладании процессов аккумуляции в западной части бухты Филино (Корзинин, 2012) и северо-восточнее п. Лесное (Жамойда и др., 2008), что с точки зрения наших результатов связано с конвергенцией потоков наносов. Наконец, в северной части Куршской косы отмечается постепенное накопление песчаного материала (Жаромскис, Гульбинскас, 2010), которое может быть обусловлено не только влиянием молот Клайпедского порта, но и некоторой разгрузкой потока наносов в северном направлении (Леонтьев, 2014).

Для тестирования модели CROSS-PB вначале использовались данные трех экспериментов в волновом канале, а затем проверка модели проводилась на базе опубликованных данных натуральных наблюдений береговых профилей с подводными валами до и после прохождения штормового цикла (Леонтьев, 2020).

На *рис. 1.3.3.3* показано сравнение результатов наблюдений (а) и расчетов (б) для соответствующих тестов, на *рис. 1.3.3.4* – наблюдавшиеся и расчетные изменения морфологии профилей сравниваются друг с другом. По окончании фазы размыва во всех случаях формируется подводный вал, который затем в фазе аккумуляции перемещается к берегу (*рис. 1.3.3.3*). Воздействие шторма приводит к смещению подводных валов в сторону моря (*рис. 1.3.3.4*) (Леонтьев, 2020).

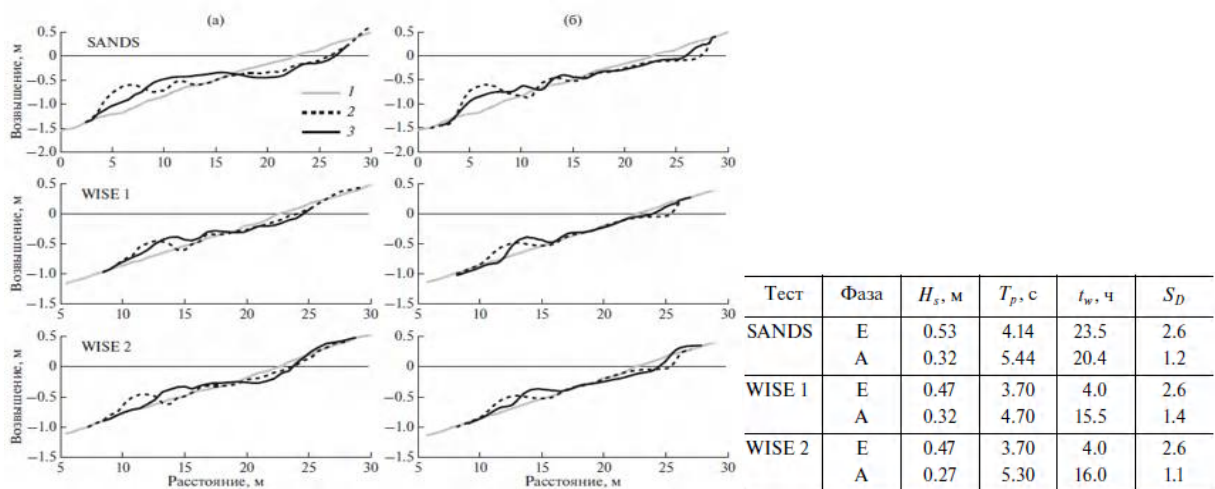


Рисунок 1.3.3.3. Сравнение данных экспериментов в волновом канале (а) с результатами модельных расчетов (б) и условия экспериментов. Профили дна: 1 – начальный, 2 – после фазы размыва, 3 – после фазы аккумуляции (Леонтьев, 2020)

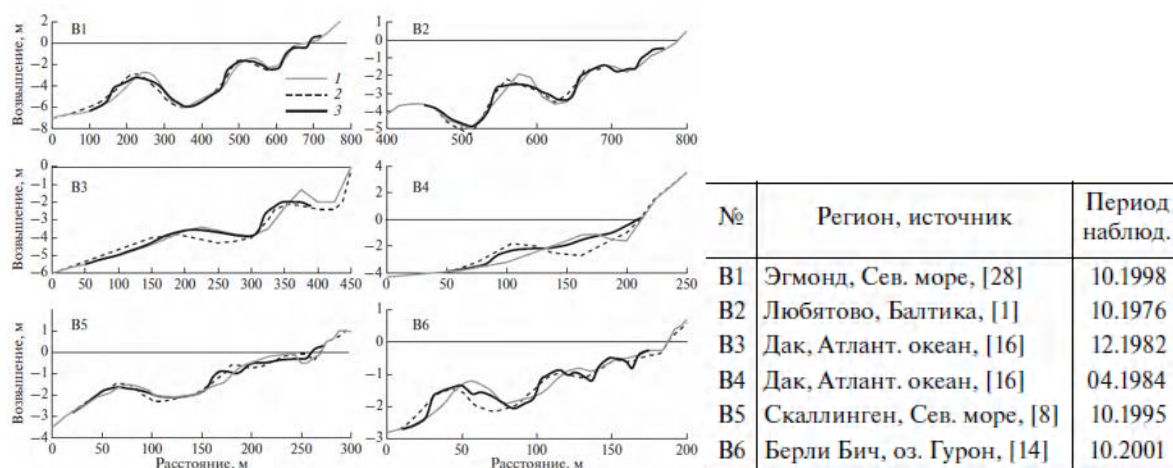


Рисунок 1.3.3.4. Сравнение расчетных и измеренных деформаций профилей с подводными валами 1 – исходный профиль, 1, 2 и 3 – исходный, измеренный и расчетный профили соответственно (Леонтьев, 2020)

Отмечаются заметные расхождения результатов в прибрежной части профилей, особенно в опыте SANDS. Однако в тестах WISE 1 и WISE 2 наблюдаемые и расчетные тенденции поведения валов вполне аналогичны друг другу (рис. 1.3.3.3). На рис. 1.3.3.4 видно, что в ряде случаев отмечаются значительные отклонения, но в целом результаты расчетов и наблюдений согласуются друг с другом (Леонтьев, 2020).

Сравнение расчетов с данными лабораторных экспериментов и натуральных наблюдений показывает, что модель CROSS-PB верно предсказывает тип формируемого берегового профиля, а также главные тренды поведения подводных валов при различных видах волновых воздействий. В частности, воспроизводятся перемещение валов в сторону моря во время шторма и движение их к берегу в периоды относительно слабого волнения. Первый процесс контролируется балансом транспортирующих механизмов, при котором максимум потока от берега приходится на передний склон вала. Второй процесс определяется доминирующим потоком наносов к берегу и резким его ослаблением над вершиной вала (Леонтьев, 2020).

Полученные во время полевых исследований данные о морфологии, строении и динамике берегов и данные камеральной обработки материалов (в совокупности с анализом космоснимков с 1980 по 2023 гг.) использованы для прогноза развития берегов на ближайшие 50 лет и, как следствие, – для общих рекомендаций по

использованию берегов в хозяйственных целях. Этот срок объясняется глубиной ретроспективного анализа (около 40 лет) и сроком службы причальных сооружений. В прогнозе учтён факт, что береговая линия в некоторых частях островов может существенно измениться при очередных извержениях вулканов, а также при воздействии волн цунами на побережье.

Глава 2. Природные условия и основные факторы формирования берегов Южных Курильских островов²

Южные Курильские острова включают Уруп, Итуруп, Кунашир, Чёрные Братья, Броутон, относящиеся к Большой Курильской гряде, и 12 островов Малой Курильской гряды, крупнейшим из которых является Шикотан.

Острова Итуруп, Уруп, Чёрные Братья и Броутона административно входят в Курильский городской округ Сахалинской области в состав муниципального образования Курильский район, центром которого является г. Курильск – единственный городской населённый пункт.

На острове Итуруп есть ещё несколько сельских поселений: Рейдово, Китовое, Рыбаки, Горячие Ключи, Буревестник, Шуми Городок, Горный. Население острова на 2019 год составляет 6485 человек (<https://sakhalinstat.gks.ru/>).

Остров расположен в районе 45°00'с.ш. и 147°53'в.д. Его площадь составляет – 3175 км². Остров вытянут с северо-востока на юго-запад примерно на 200 км, а ширина варьирует от 6,5 до 30 км. Протяжённость береговой линии составляет около 690 км. Высшая точка – борт кратера вулкана Стокап (1634 м) (рис. 2.1).

В 22 км к юго-западу от о. Итуруп расположен о. Кунашир, отделённый проливом Екатерины, а в 40 км к северо-востоку – о. Уруп, отделённый проливом Фриза.

Остров Уруп в настоящее время не имеет постоянного населения. На острове расположены нежилые населённые пункты Кастрикум и Компанейское. В 2011 году на острове появилась группа золотодобытчиков «КурилГЕО», работы проводятся вахтовым методом.

Остров расположен в районе 45°54'с.ш. и 149°59'в.д. Его площадь составляет – 1428 км². Остров вытянут с северо-востока на юго-запад примерно на 120 км, ширина острова варьирует от 9 до 20 км. Протяжённость береговой линии составляет 338,6 км. Высшая точка – вершина г. Высокая (1426 м). От островов Чёрные Братья,

² При подготовке данного раздела диссертации использованы следующие публикации, выполненные автором лично или в соавторстве:

Кузнецов М.А. Морфодинамика берегов острова Итуруп (Южные Курильские острова) // Труды IX Международной научно-практической конференции Морские исследования и образование (MARESEDU-2020) Том III (III): [сборник]. — Т. 3. — ООО ПолиПРЕСС Тверь, 2020. — С. 123–126.

Кузнецов М.А., Болысов С.И. Геоморфологические типы берегов острова Уруп (Южные Курильские острова) // Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. 2023. № 1 (78). С. 166–177. DOI: 10.37724/RSU.2023.78.1.016.

расположенных в 30 км к северо-востоку, Уруп отделён проливом Уруп.

Острова Чёрные Братья – Чирпой и Брат-Чирпоев относятся к средней группе Большой гряды Курильских островов. Расположены в районе $46^{\circ}30'$ с.ш. и $150^{\circ}51'$ в.д. Площадь острова Чирпой составляет 21 км^2 , соседнего с ним Брата-Чирпоева – 16 км^2 . Острова разделены проливом Сноу (Быстрый) шириной 2,7 км и отделены проливом Буссоль от острова Симушир, расположенного в 69 км северо-восточнее. В 20 км северо-западнее островов Чёрные Братья расположен остров Броутона. Высшая точка – г. Броутона (800 м), площадь составляет $7,32 \text{ км}^2$. Острова необитаемы.

Остров Кунашир и острова Малой Курильской гряды (12 шт.) административно входят в Южно-Курильский городской округ Сахалинской области, в состав муниципального образования Южно-Курильский район, центром которого является пгт. Южно-Курильск.

На острове Кунашир есть ещё несколько сельских поселений: Головнино, Дубовое, Менделеево, Горячий Пляж, Лагунное и Отрада. Население острова на 2021 год составляет 6991 человек (<https://sakhalinstat.gks.ru/>).

Остров расположен в районе $44^{\circ}07'$ с.ш. и $145^{\circ}51'$ в.д. Его площадь составляет – 1490 км^2 . Остров вытянут с северо-востока на юго-запад примерно на 120 км, а ширина варьирует от 6,5 до 30 км. Протяжённость береговой линии составляет около 363,4 км. Высшая точка – борт кратера действующего вулкана Тятя (1819 м).

В 16 км к юго-западу от Кунашира расположен японский о. Хоккайдо, отделённый проливом Измены, а также с запада Кунаширским проливом шириной 25 км.

На островах Малой Курильской гряды (12 шт.) только Шикотан (крупнейший из них) имеет постоянное население и населённые пункты с. Малокурильское и с. Крабозаводское. Население острова на 2018 год составляет 2917 человек (<https://sakhalinstat.gks.ru/>).

Остров расположен в районе $43^{\circ}37'$ с. ш. $146^{\circ}23'$ в. д. Общая площадь этих островов составляет – $360,85 \text{ км}^2$, площадь крупнейшего – Шикотана – $252,8 \text{ км}^2$. Острова вытянуты с северо-востока на юго-запад примерно на 100 км, длина Шикотана около 27 км, ширина варьирует от 5 до 13 км. Протяжённость береговой линии Шикотана составляет 192 км. Высшая точка – вершина г. Шикотан (412 м).

От острова Кунашир, расположенного в 30-60 км к северо-западу, острова Малой Курильской гряды отделены Южно-Курильским проливом (Кузнецов, 2020).

Западные берега островов омываются водами Охотского моря, восточные – водами Тихого океана.

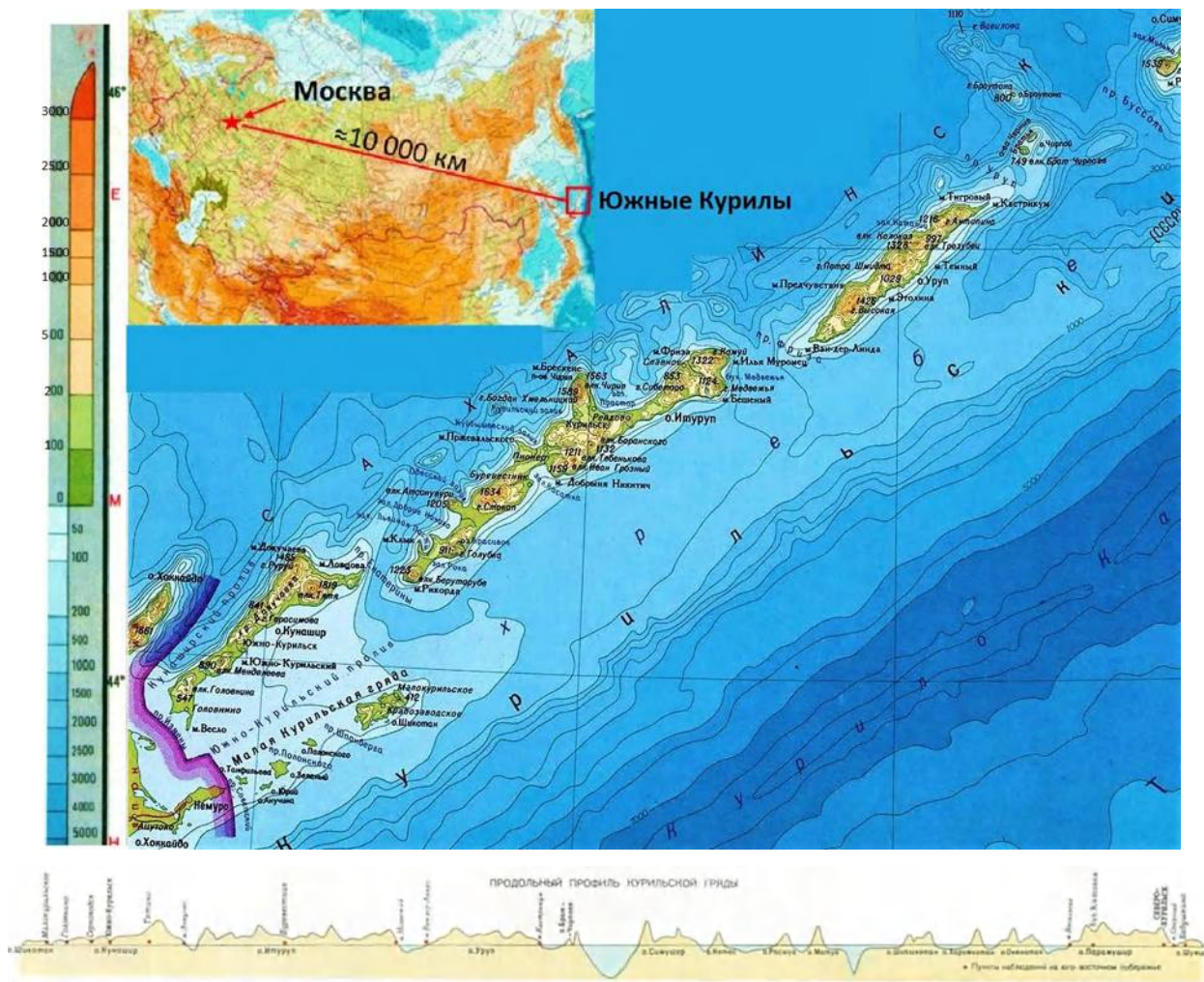


Рисунок 2.1. Топографическая карта Южных Курильских островов и продольный профиль Курильской гряды (Атлас Сахалинской области, 1967)

2.1. Природные условия формирования берегов

2.1.1. Геоструктурное положение и геологическое строение береговой зоны³

Южные Курильские острова представляют собой часть двойной островной гряды (внешняя – малая – невулканическая, внутренняя – большая – вулканическая),

³ При подготовке данного раздела диссертации использована следующая публикация, выполненная автором лично, в которой, согласно положению о присуждении учёных степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования:

Кузнецов М.А. Берега острова Итуруп: морфология, динамика, прогноз развития // Геоморфология. — 2021. — Т. 52, № 1. — С. 51–60. DOI: 10.31857/S0435428121010089.

входящей в состав активной переходной зоны «континент-океан» и отделяющей котловину Охотского моря от Курильского глубоководного желоба (Кузнецов, 2021). Внешняя гряда состоит из цепочки существенно переработанных денудацией крупных комплексных вулканогенных структур, развивающихся как минимум с позднего мела, а внутренняя – с плиоцена (Геология СССР, 1964). Раздробленность основания Курильской гряды обусловлена дифференцированностью новейших вертикальных тектонических движений, следствием которых является разнообразие абсолютных высот и наличие абразионных и абразионно-аккумулятивных террас на разных островах (прил. 1). Налицо явная асимметрия (рис. 2.1.1.1) макросклонов дуги.

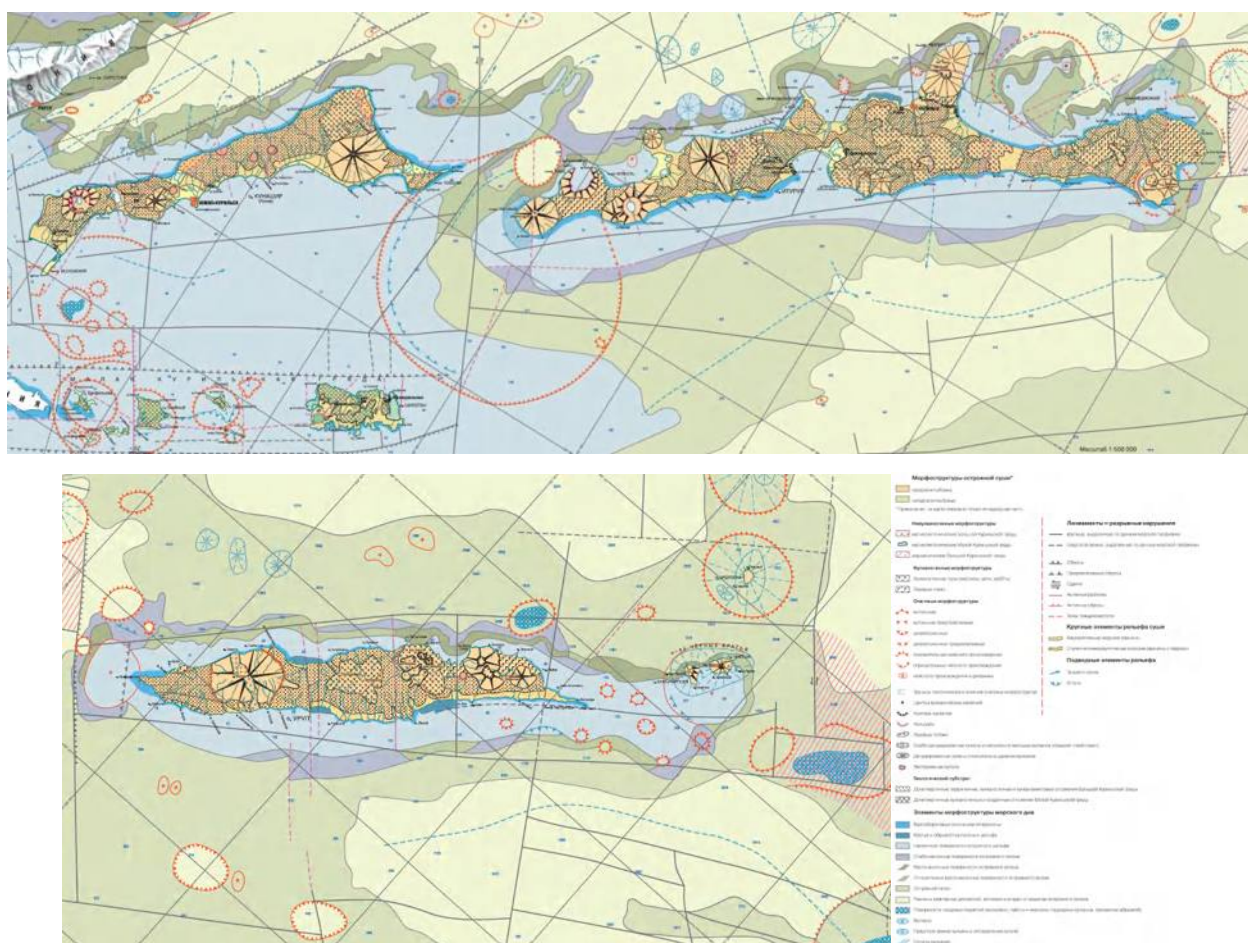


Рисунок 2.1.1.1. Морфоструктуры о-вов Кунашир и Малой Курильской гряды
(Атлас Курильских островов, 2009)

Кунашир и Итуруп относятся к наиболее изученным в геологическом плане островам Курильской гряды. С 1945 года на островах проводятся детальные геологические исследования, существуют и несколько довоенных работ японских геологов (Tanakadate, 1931; Немото, 1934; Хирабаяси, 1942). В структурно-

геологическом плане о-ва Кунашир, Итуруп и Уруп относятся к Большекурильской структурно-фациальной зоне с широко развитыми в ней вулканическими и вулканогенно-осадочными образованиями неогенового и четвертичного возраста, которые прорваны многочисленными, сравнительно мелкими экструзивными, интрузивными, субвулканическими телами и дайками различного состава (Государственная..., 2002, 2008). Рыхлые осадки четвертичного возраста играют резко подчинённую роль (Кузнецов, 2021).

Широким распространением на исследуемой территории пользуются вулканотектонические структуры линейно-гнездового и центрального типов, играющие важную роль в формировании структурного плана территории. Структуры центрального типа позднеплиоцен-четвертичного возраста хорошо выражены в рельефе и четко дешифрируются на аэрофотоснимках. Генетически они могут быть подразделены на вулканические – конусы одиночных стратовулканов (Тятя, Берутарубе, Атсонупури), экструзивные купола (в кальдере Головнина, вулканов Менделеева (Кунашир), Иван Грозный, гора Торная, Клубба (Итуруп) и др.), и вулканотектонические – кальдеры (Головнина, Цирк, Львиная Пасть и др.) (Государственная..., 2002, 2008).

Вулканы линейно-гнездового типа или вулканические хребты – это самые крупные вулканотектонические структуры, представленные хр. Докучаева (Кунашир), Криштофовича, Петра Шмидта, Шокальского, Компанейским (Уруп), состоящими из нескольких массивов, разделенных тектоническими нарушениями.

Древнейшие породы островов – вулканические образования среднего миоцена. Большинство геологов выделяется 2 структурных единицы в геологическом разрезе островов и несколько стратиграфических свит. Нижний ярус – деформированные неогеновые вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы, преимущественно среднего и основного состава, сформированные в подводных условиях. Представлены линзовидно переслаивающимися гиалокластитами, которые чередуются с пачками, сложенными опоконидными туфоалевролитами, туфопесчаниками, туфогравелитами, туфоконгломератами, туффитами дацитов и пемзовыми турбидитовыми брекчиями (Ковтунович и др., 2004) (рис. 2.1.1.2). Выходы дочетвертичных образований имеются в северо-восточной и центральной частях острова Кунашир, на юге залива Доброе Начало, п-ове Куйбышевском, у оз.

Благодатного, к востоку от Ветрового перешейка (Итуруп), в районе бух. Абрамова, на правых притоках р. Быстрой, в устье р. Луговой (Уруп) (прил. 1). Верхний ярус – слабдеформированные четвертичные эффузивно-пирокластические образования. (Ковтунович и др., 2002).



Рисунок 2.1.1.2. Туффиты рыбаковской свиты к востоку от мыса Китовый, о. Уруп (фото автора)

Субвулканические образования на островах представлены штокообразными телами, силлами и дайками андезитов, андезито-базальтов, диорит-порфиритов, кварцевых диорит-порфиритов, дацитов, риодацитов, базальтов и долеритов. Наиболее крупные массивы вскрываются в районе мысов Ван-дер-Линда, Большой Охотник, Кузиноты, Тетяева, Васина, Этолина, на о-вах Близнецы (Уруп), мыс. Столбчатый (Кунашир) (Ковтунович и др., 2004) (рис. 2.1.1.3).



Рисунок 2.1.1.3. Штокообразное субвулканическое тело диорит-порфиритов рыбаковского комплекса. Острова Близнецы (фото автора)

В плиоцен-ранненеоплейстоценовый этап магматизма в пределах островов формируется андезибазальтовый вулканический комплекс, включающий покровную фацию и субвулканические образования. Формировалась она в субаэральной обстановке, образуя характерные покровы – платобазальты. Они слагают основания четвертичных вулканических построек хребтов Криштофовича, Петра Шмидта, Шокальского и Компанейского. Породы комплекса – андезибазальты, базальты, реже туфы, туффиты и гиалокластиты основного и среднего состава. Субвулканические образования представлены штокообразными телами и дайками андезибазальтов, андезитов, базальтов (Ковтунович и др., 2004).

В четвертичное время на островах в субаэральной обстановке образовались эффузивно-пирокластические породы среднего и основного состава средненеоплейстоцен-голоценового андезитового вулканического комплекса, слагающие конусы стратовулканов, а также кислые пирокластические породы дацитового вулканического комплекса. Вулканический комплекс включает покровную фацию и субвулканические образования. Толща сложена лавами андезитов, базальтов, андезибазальтов, их туфами и тефрой. Субвулканические образования вулканического комплекса размещены в пределах вулканических хребтов и представлены средне-поздненеоплейстоценовыми, поздненеоплейстоценовыми и современными экструзиями и дайками андезитов и андезибазальтов (Ковтунович и др., 2004) (*прил. 1*).

Поздненеоплейстоценовое время характеризовалось усилением кислого взрывного вулканизма, с образованием крупных кальдер оседания по всем Южным Курилам и формированием кислых пирокластических пород дацитового вулканического комплекса, представленного пемзовыми туфами, туффитами и тефроидами дацитов и риодацитов. Экструзивные образования вулканического комплекса сложены дацитами (Ковтунович и др., 2004) (*прил. 1*).

Острова Черные Братя (Чирпой и Брат-Чирпоев) и Броутона представляют собой острова – вулканы, голоценовые отложения которых перекрывают неогеновые-ранненеоплейстоценовые породы на п-ове Лапка (Чирпой) и на юго-востоке о-ва Брат-Чирпоев.

Голоценовые образования островов, перекрывающие вулканогенные образования, – морские, лагунно-морские, аллювиальные, биогенные и

делювиально-пролювиальные отложения, представлены суглинками, глинами, торфами, гравием, песком и галечниками (Государственная..., 2002, 2008).

Острова Малой Курильской гряды (Малокурильское блоковое поднятие) представляют собой внешнюю невулканическую в настоящее время часть двойной Курильской островной дуги, отделяющую Большекурильское блоковое поднятие и междуговой Срединно-Курильский грабенообразный прогиб от Курильского глубоководного желоба.

Шикотан является одним из наиболее изученных в геологическом плане островов Малой Курильской гряды. В структурно-геологическом плане он (как и остальные острова Малой Курильской гряды) относится к Малокурильской структурно-фациальной зоне с широко развитыми в ней вулканогенно-осадочными образованиями мелового, палеогенового и четвертичного возраста, которые прорваны многочисленными, сравнительно мелкими интрузивными, субвулканическими телами и дайками различного состава (Государственная..., 2008). Рыхлые осадки четвертичного возраста, так же как на островах Большой гряды, играют резко подчинённую роль.

Малокурильское поднятие представляет собой линейно-вытянутое блоковое поднятие, ограниченное с севера Малокурильским, с юга Приостровным сбросами. Морфологически оно выражено островами Малой Курильской гряды с прилегающей к ним шельфовой зоной, переходящей к северо-востоку в подводный хр. Витязя. В геологическом строении поднятия принимают участие наиболее древние верхнемеловые и палеоценовые вулканогенные, плутонические и вулканогенно-осадочные образования (Государственная..., 2008).

В строении района отчетливо выделяются два структурных яруса: верхнемеловой-палеоценовый и эоцен-четвертичный. Основной объем нижнего яруса составляют меловые и мел-палеоценовые породы, раздробленные многочисленными дизъюнктивными нарушениями. Верхний структурный ярус отделен от нижнего поверхностью регионального несогласия. Образования верхнего структурного яруса менее дислоцированы.

Древнейшие породы островов Шикотан, Полонского, Зелёного, Танфильева, а также островков Сигнальный, Рифовый и Сторожевой – вулканические образования позднего мела, островов Анучина, Юрия, Дёмина, Осколков –

вулканические поздне меловые-палеоценовые вулканические породы (базальтового, андезибазальтового состава). Олигоценые породы представлены меланжем – тектониты с линзами и блоками аргиллитов, алевролитов, базальтов, андезибазальтов, перидотитов, пироксенитов и др. Неогеновые породы отсутствуют на суше (*прил. 1*).

Четвертичные образования островов Малой Курильской гряды, перекрывающие меловые и палеогеновые породы, представлены вулканитами молодых конусов, голоценовыми аллювиально-морскими, озерными глинистыми песками, суглинками с детритом и гравием, супесями, а также морскими песками, гравийниками и галечниками и отложениями болот – торф, глинистые пески, глины (Государственная..., 2008).

Различная устойчивость пород влияет на скорость размыва берегов. Согласно классификации пород по степени сопротивляемости абразии (по Шуйскому и Симеоновой, 1976, Игнатову, 2004), изверженные метаморфизованные, метаморфические, сцементированные осадочные и эффузивные породы разрушаются крайне медленно (первые см в год). Рыхлые четвертичные отложения разрушаются намного быстрее, скорости размыва берегов, сложенных этими отложениями, – до нескольких м в год, на активных островах – вулканах Средних Курил – до нескольких десятков м в год.

2.1.2. Неотектонические движения и сейсмичность⁴

Раздробленность основания Курильской гряды обусловлена дифференцированностью новейших вертикальных тектонических движений. В пояснительных записках к государственным геологическим картам 2002, 2008 гг. констатировано, что основным структурообразующим фактором на исследуемой территории является дизъюнктивная тектоника, проявляющаяся в интенсивном перемещении блоков по многочисленным разломам, главным образом продольного

⁴ При подготовке данного раздела диссертации использованы следующие публикации, выполненные автором лично или в соавторстве:

Кузнецов М.А., Рычагов Г.И. Структурная приуроченность берегов острова Итуруп (Курильские острова) // VIII Шукинские чтения: рельеф и природопользование. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. МГУ имени М.В. Ломоносова, геогр. ф-т, каф. геоморфологии и палеогеографии / Под ред. Е.Н. Бадюкова, В.Р. Беляев, Ю.Р. Беляев и др. М. 2020. С. 673–679.

Кузнецов М.А. Морфодинамика берегов острова Итуруп (Южные Курильские острова) // Труды IX Международной научно-практической конференции Морские исследования и образование (MARESEDU-2020) Том III (III): [сборник]. — Т. 3. — ООО ПолиПРЕСС Тверь, 2020. — С. 123–126.

(северо-восточного) и поперечного (северо-западного) простираний (рис. 2.1.2.1). Следствием дифференцированности неотектонических движений блоков является разнообразие абсолютных высот в пределах островов и наличие абразионных и абразионно-аккумулятивных террас (Кузнецов, Рычагов, 2020).



Рисунок 2.1.2.1. Структурные ярусы Курило-Камчатской островной дуги (Геолого-геофизический атлас..., 1987)

Большекурильское поднятие разделено грабенообразными структурами на ряд блоков (структур второго порядка). Приподнятые блоки представляют собой острова и полуострова (горсты островных блоков: Урупский, Итурупский, Кунаширский и Сиретокский). Опущенные блоки (грабены Фриза, Екатерины, Немуро) морфологически выражены проливами (см. рис. 2.1.1.1).

Блоки разбиты поперечными разломами на серию блоков – «клавиш» (структур III порядка). Каждый блок имеет свою геологическую историю развития. Блоки ступенчато смещены относительно друг друга по сдвиговым нарушениям, подчеркивая региональную кулисообразную структуру Большой гряды (Государственная..., 2008). На фоне общего подъема территории отдельные блоки

испытывают то относительное погружение (максимальные темпы -3,4 мм/год у г. Курильска, -2 мм/год у пгт. Южно-Курильска (Геолого-геофизический атлас..., 1987)), то воздымание (+2,1 мм/год у хребта Богатырь (Камчатка, Курильские и Командорские острова..., 1974)), что фиксируется уровнем залегания базальтовых покровов и выпадением из разреза отдельных стратиграфических подразделений. Средняя скорость общего подъема территории в четвертичное время оценивается в 1 мм за 1 год (Государственная..., 2002). По данным (Разжигаевой и др., 2003), скорость подъема Итурупа в среднем плейстоцене была не более 0,15 мм/г (в 2 раза меньше, чем у Кунашира). Разнонаправленные тектонические движения вкупе с современным эвстатическим подъёмом уровня Мирового океана приводят к перестройке профиля подводного берегового склона.

Раздвиговые нарушения, к которым приурочены вулканические хребты линейно-гнездового типа (Докучаева), наиболее отчетливо дешифрируются на аэрофотоснимках цепочкой кратеров и экструзий (хребты Богатырь, Грозный, Медвежий, Чирип). Эти раздвижки являются оперяющими разрывами более крупных сдвиговых (сбросо-сдвиговых) разломов поперечного и продольного простираний. Многие одиночные стратовулканы и отдельные кратеры как на суше, так и в пределах морских акваторий группируются вдоль линий заложения разрывных нарушений (Государственная..., 2002, 2008). В зонах выходов на берега различных дислокаций часто находятся бухты, иногда довольно глубоко вдающиеся в сушу.

К разрывным дислокациям приурочены гидротермально-метасоматические породы, несущие рудную минерализацию. К зонам разрывных нарушений и интенсивной трещиноватости пород приурочены выходы источников минеральных и термальных вод (Государственная..., 2002).

Между Большой Курильской и Малой Курильской дугами проходит синклиорий Срединно-Курильского прогиба, заполненный в исследуемом районе водами Южно-Курильского пролива.

В пределах Малокурильского поднятия – структуры I порядка – выделяются две структуры II порядка: Западно-Шикотанский автохтон и Южно-Шикотанский аллохтон, разделенные зоной Центрально-Шикотанского надвига. В строении Южно-Шикотанского аллохтона по степени дислоцированности и составу тектонических блоков выделяются три крупные пластины: Димитровская (юго-

восточная часть о. Шикотан), Ноторо-Томаринская (северо-восточная часть о. Шикотан) и Малокурильская. Острова Юрий и Анучина по характеру дислоцированности и формационному составу слагающих пород аналогичны Ноторо-Томаринской пластине о. Шикотан (Государственная..., 2008).

Наиболее поднятыми блоками являются Отрадненский и Островной. Максимальные скорости поднятия территории зафиксированы к северу от Шикотана и составляют до +5,4 мм/год (Геолого-геофизический атлас..., 1987). Блоки Полонского, Зеленовский и Юрьевский морфологически представляют собой группу малых островов, выступающих над уровнем моря на высоту 20-40 м, плоских, выровненных процессами абразии (Государственная..., 2008) (рис. 2.1.2.2).

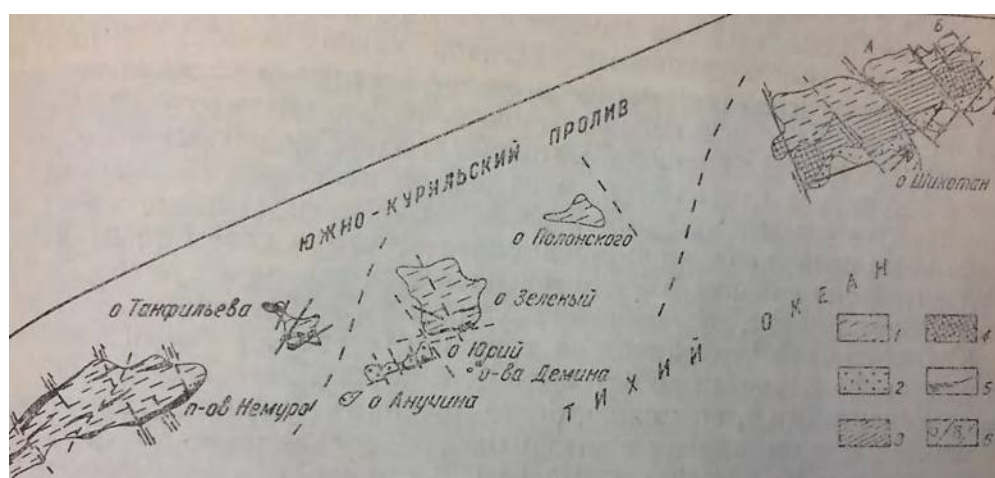


Рисунок 2.1.2.2. Структурно-геологическая схема Малой Курильской гряды и п-ва Немуро.

1 – северо-западная тектоническая зона, 2 – юго-восточная тектоническая зона, 3-4 – центральная тектоническая зона: 3 – эффузивы комплекса гор Томари и Ноторо, 4 – послемеловые габброиды, 5 – верхнемеловые щелочно-базальтоидные интрузии, 6 – разломы: а – установленные, б – предполагаемые (стрелки указывают направления сдвиговых перемещений) (Сергеев, Стрельцов, 1970)

Курило-Камчатский регион относится к 9-балльной сейсмической зоне (Геолого-геофизический атлас..., 1987; СП 14.13330.2018). Поэтому для населённых территорий опасны не только сами землетрясения, но и вызываемые ими цунами (Кузнецов, 2020).

Наиболее разрушительное землетрясение произошло на острове Шикотан 5 октября 1994 г. Его эпицентр находился в 50 км к востоку от Шикотана. Магнитуда события составила 8,0 по шкале Рихтера, интенсивность 8-9 баллов на о. Шикотан, 7-8 баллов на других островах Малой Курильской гряды и о. Кунашир, 6-7 баллов

на о-вах Итуруп и Хоккайдо. Волны цунами прошли через Тихий океан до берегов США и Чили. В результате землетрясения пострадало 13,4 тыс. человек, в том числе 11 человек погибло, 7,7 тыс. человек осталось без крова. Одним из важнейших геоморфологических последствий землетрясения явилось общее тектоническое опускание о. Шикотан на 0,5-0,7 м и создание обвальных берегов практически по всему контуру острова (рис. 2.1.2.3).

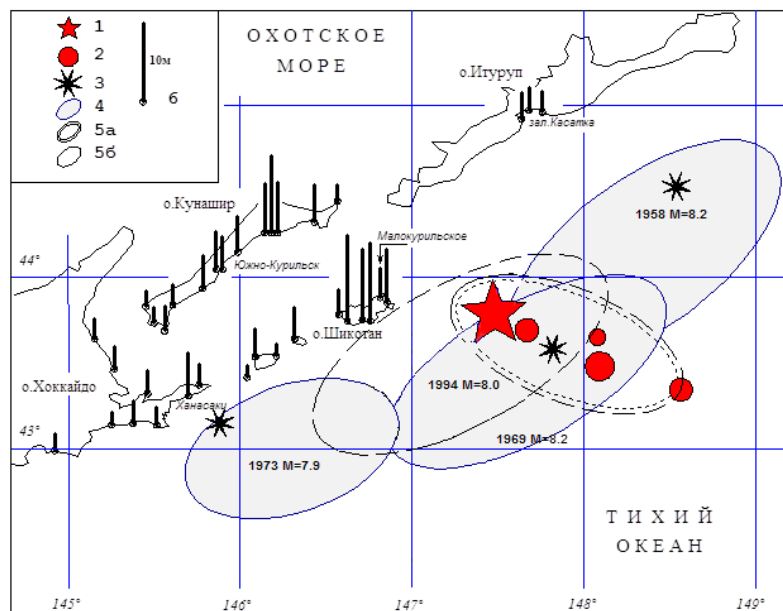


Рисунок 2.1.2.3. Область очага Шикотанского цунами 5 октября 1994 г. и максимальные наблюдаемые высоты цунами на побережье (по результатам полевого обследования). 1-3 – эпицентры: 1 – главного толчка 5 октября 1994 г., 2 – афтершоков с $M > 6.8$ в первые 6 ч после главного толчка, 3 – сильнейших исторических землетрясений (указаны год и магнитуда землетрясения); 4-5 – контуры очагов цунами: 4 – сильнейших исторических цунами; 5а – цунами 5 октября 1994 г., по сильнейшим афтершокам за первые 6 ч, 5б – то же, по области афтершоков первой недели; 6 – обратные изохроны добегания цунами, построенные от пунктов на побережье; 7 – пункты на побережье и максимальные наблюдаемые в них высоты цунами; 8 – ось глубоководного желоба (Шикотанское..., 2014)

Разнонаправленные неотектонические и современные движения блоков и высокая сейсмичность территории влияют на морфологию и динамику берегов путем изменения профиля подводного берегового склона, т.е. выведения его из профиля равновесия, заложения некоторых бухт по зонам тектонических нарушений, а также поступления материала в береговую зону вследствие землетрясений (рис. 2.1.2.4).



Рисунок 2.1.2.4. Сейсморов на северо-востоке острова Шикотан. Под ним в береговой зоне находятся обвальные берега (фото автора)

2.1.3. Рельеф островов⁵

Для всей Курильской гряды присуще преобладание восходящего развития рельефа, вследствие общего тектонического подъёма земной коры. Однако существуют участки, которые опускаются или находятся в относительном покое.

Геоморфологически крупнейшие острова Большой Курильской гряды – Кунашир, Итуруп, Уруп – отчетливо асимметричны с крутой и высокой западной (охотоморской) частью и более пологой восточной (тихоокеанской).

В плане острова имеют сложную форму и состоят из нескольких вулканических массивов и горных кряжей, соединённых перешейками. На каждом острове насчитывается от 8 до 20 вулканов, из них 4 на Кунашире, 9 на Итурупе и 2 на Урупе действующие. Последнее извержение вулкана на о. Итуруп произошло в 2013 г. (Кузнецов, 2021). Извержение вулкана Иван Грозный было фреатическим (Жарков, 2013).

На островах есть несколько вулканов, находящихся в сольфатарно-гидротермальной стадии. Активная гидротермальная деятельность проявляется в кальдере вулкана Головнина (о. Горячее и Кипящее), на склонах вулканов

⁵ При подготовке данного раздела диссертации использованы следующие публикации, выполненные автором лично или в соавторстве, в которых, согласно положению о присуждении учёных степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования; а также в иных изданиях:

Кузнецов М.А. Берега острова Итуруп: морфология, динамика, прогноз развития // Геоморфология. — 2021. — Т. 52, № 1. — С. 51–60. DOI: 10.31857/S0435428121010089.

Кузнецов М.А., Едемский Д.Е. Геолого-геоморфологическое строение побережья центральной части залива Касатка (о. Итуруп, Южные Курильские острова) // Процессы в геосредах. — 2020. — № 3 (25). — С. 803–813.

Менделеева (Кунашир), Баранского (Итуруп), Петра Шмидта (Уруп). Здесь на сольфатарных полях происходит разгрузка пара и кислых сульфатных вод. На Кунашире скважинами вскрыты высокотемпературные (до 300°C) хлоридно-натриевые воды, которые используются для выработки электроэнергии Менделеевской геотермальной станцией и для бальнеологических целей. Построена водолечебница в пос. Горячий пляж (Атлас..., 2009).

На островах широкое распространение имеют **4 типа рельефа**: 1) вулканогенный и денудационно-вулканогенный, 2) денудационный и структурно-денудационный, 3) флювиальный и 4) прибрежно-морской. Эти комплексы рельефа осложнены сейсмогенными, гравитационными и эоловыми формами рельефа (Кузнецов, 2021) (рис. 2.1.3.1-2.1.3.3, прил. 2).

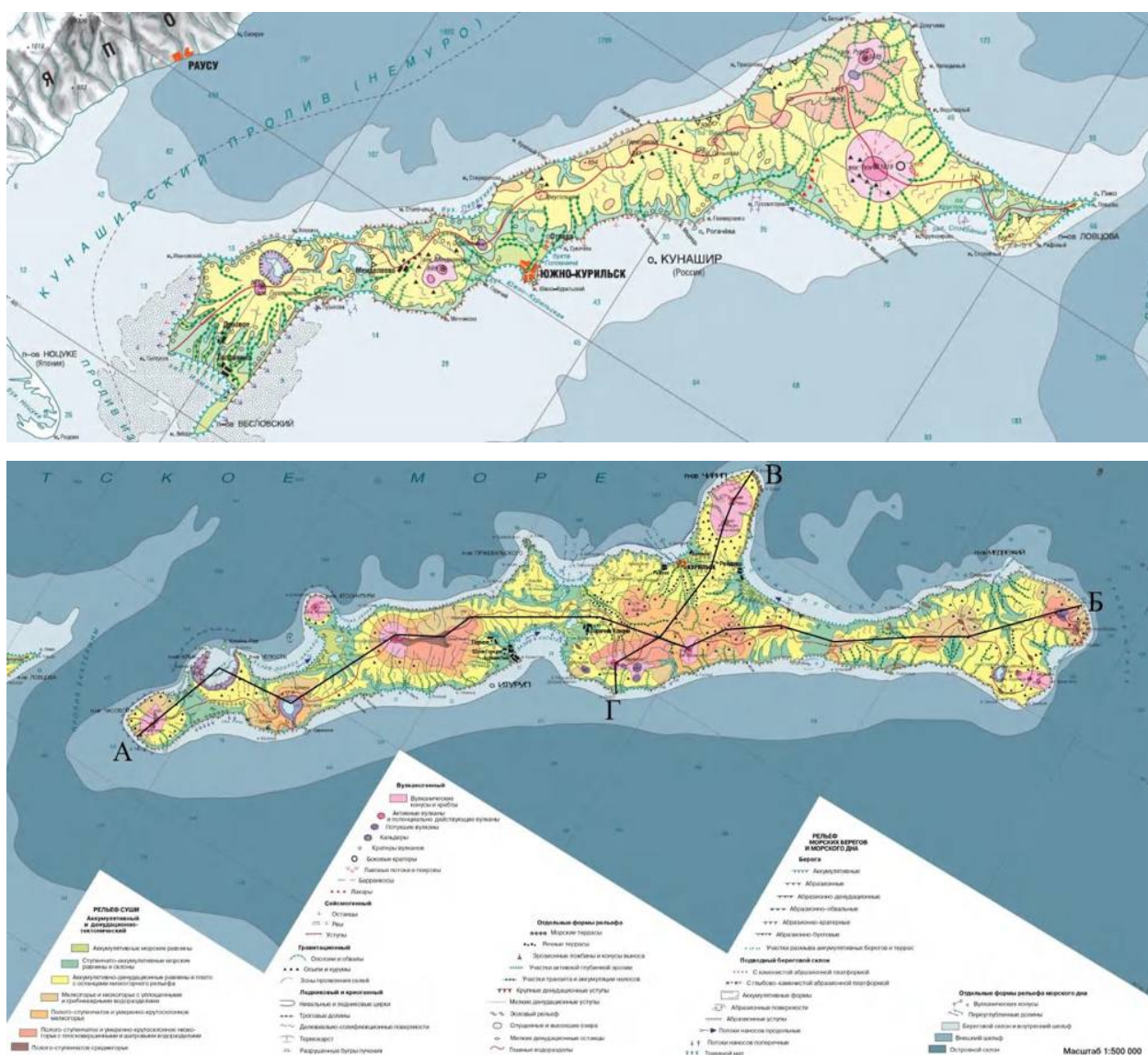


Рисунок 2.1.3.1. Геоморфологическая карта о-вов Кунашир и Итуруп (Атлас..., 2009).

По линии АБ и ВГ построены геоморфологические профили (рис. 2.1.3.2)



Рисунок 2.1.3.2. Геоморфологический профили о. Итурур: а) по линии АБ, б) по линии ВГ. Отношение вертикального и горизонтального масштабов 1:2. Профиль построен в программе Google Earth (см. рис. 2.1.3.1)

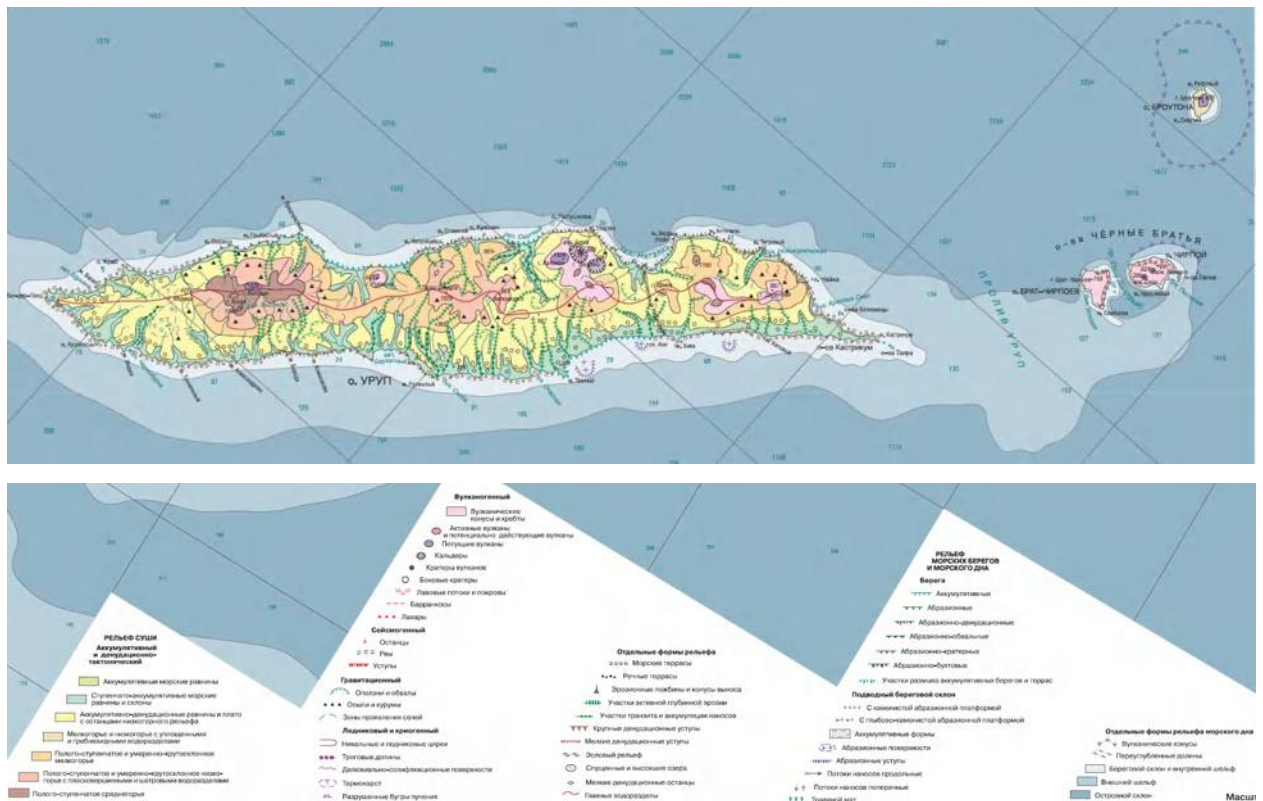


Рисунок 2.1.3.3. Морфогенетические типы рельефа о. Уруп (Атлас..., 2009)

Вулканогенный и денудационно-вулканогенный рельеф представлен одиночными стратовулканами, вулканическими хребтами и лавовыми плато. На крупнейших островах данный рельеф занимает от 20 до 30% площади территории. Одиночные стратовулканы имеют конусообразную форму, в верхних частях которых распространены крутые склоны (более 30-40°), расчленённые барранкосами. Вулканы имеют усечённые вершины с кратерами (Государственная..., 2002). Самый крупный вулкан – Тятя (1819 м). Относится к типу Сомма-Везувий, последние извержения зафиксированы в 1812 и 1973 гг., в настоящее время отмечается фумарольная активность в центральном кратере (рис. 2.1.3.4).



Рис. 2.1.3.4. Вулкан Тятя, о. Кунашир. (Фото Ковтуновича Ю.П., Атлас..., 2009)

На вершине вулканов Менделеева, Иван Грозный и Баранского, в кальдере Головнина наблюдаются экструзивные купола (рис. 2.1.3.5).



Рисунок 2.1.3.5. Экструзивный купол в кратере вулкана Баранского, о. Итуруп (фото Попова И.)

Широко развиты кальдеры, имеющие крутые (до отвесных) внутренние стенки и озёра (например, озера Красивое, Горячее, Кипящее). Кальдера вулкана Львиная Пасть прорвана, и образован закрытый залив (рис. 2.1.3.6).



Рисунок 2.1.3.6. Кальдера вулкана Львиная Пасть (залив Львиная Пасть) и кальдера вулкана Урбич с о. Красивым (фрагмент топокарты м-ба 1:200000 (Генштаб, 1983 г.))

Вулканы линейно-гнездового типа формируют хребты – самые крупные геоморфологические структуры островов, представленные слившимися конусами и эруптивными центрами (например, хребты Докучаева (Кунашир), Богатырь и Двугорбый (Итуруп) (рис. 2.1.3.7)). К этому типу вулканических построек приурочены максимальные абсолютные высоты: влк. Стокап (1634 м) и влк. Буревестник (1427 м), влк. Богдан Хмельницкий (1585 м) и влк. Чирип (1563 м).



Рисунок 2.1.3.7. Космический снимок острова Итуруп (НАСА), от 17.05.2002. КС Terra/MODIS. Цифрами обозначены хребты: 1 – Богатырь, 2 – Грозный, 3 – Двугорбый, 4 – Крубера, 5 – Медвежий, 6 – Камуй

Данный тип рельефа характеризуется свежестью облика вулканических построек, большинство из которых относится к категории действующих. Склоны их крутые, сравнительно слабо расчленены речной сетью и часто, в той или иной степени, сохраняют первичный лавовый микрорельеф, который вместе с сохранившимися кратерами позволяет установить центры последних извержений. Рыхлые отложения развиты, в основном, лишь у подножий вулканических построек, в то время как верхние их части хорошо обнажены и обычно имеют скалистый характер. Возраст вулканогенного рельефа – среднелепистоценовый-современный (Государственная..., 2002).

Денудационно-вулканогенный средне- и низкогорный рельеф сформирован на породах миоцен-плиоценового возраста и занимает около 30% площади островов (Государственная..., 2002). Развит на расчленённых склонах одиночных стратовулканов и вулканов линейно-гнездового типа, а также сильно эродированных

постройках щитообразных стратовулканов и лавовых плато: нижние части вулканов Менделеева и Руруй (Кунашир), нижние части вулкана Берутарубе, обрамление кальдер вулканов Урбич и Львиная Пасть, доголоценовые участки вулканических хребтов Камуй, Медвежий, Двугорбый, Грозный, Богатырь (Итуруп), Обойма (Уруп, *рис. 2.1.3.8*).



*Рисунок 2.1.3.8. Денудационно-вулканогенный рельеф склона горы Обойма (о. Уруп).
Заметны многочисленные неглубокие (до 1 м) барранкосы (фото Недорезова В.)*

Среднегорный рельеф характеризуется гребневидными водоразделами и крутыми сильно расчленёнными склонами. Низкогорный рельеф обладает мягкими сглаженными формами, слабовыпуклыми водоразделами и пологими склонами (Государственная..., 2002). Денудационно-вулканогенный рельеф, развитый на слаболитифицированных вулканитах, характеризуется высокой степенью расчленения (например, Головнинский клиф и Белые Скалы (*рис. 2.1.3.9*)).



Рисунок 2.1.3.9. Фрагмент бедленда в районе Белых Скал (залив Простор, о. Итуруп)

Источник: Google Earth

Возраст денудационно-вулканогенного рельефа – раннеоплейстоценовый-современный (Государственная..., 1980).

К верхнему уровню рельефа приурочены древние ледниковые формы рельефа – в верховьях рек Тятина и Птичья (Кунашир), представленные террасовидными поверхностями с холмисто-западинным мезорельефом.

Денудационный рельеф предгорий вулканов и хребтов, созданный совокупностью процессов эрозии и склоновыми гравитационными процессами, сформирован на породах миоцен-плиоценового возраста. Занимает около половины территории островов.

Среднегорный рельеф характеризуется гребневидными водоразделами и крутыми сильно расчленёнными склонами. Это плоские полого наклоненные к побережью (под углами 2-3°) поверхности, эродированные глубокооврезанными долинами, чаще всего с теснинообразным поперечным профилем и почти отвесными бортами. Низкогорный рельеф обладает мягкими сглаженными формами. Абсолютные отметки преимущественно 250-400 м, но у отдельных вершин достигают 500-600 м. Водоразделы слабовыпуклые, с пологими прилегающими склонами (рис. 2.1.3.10).



Рисунок 2.1.3.10. Денудационный низкогорный рельеф к западу от мыса Ремонтный, о. Кунашир (фото автора)

В составе этого типа рельефа наблюдаются локальные участки **структурно-денудационного рельефа**. Они представляют собой реликты бронированных моноклиально залегающими устойчивыми породами водораздельных поверхностей (междуречье ручьёв Лучевой и Призрачный (Кунашир), междуречье рек Лопуховая-Утиная (Уруп)). Для них характерно развитие куэст.

Флювиальный рельеф. Занимает до 20% площади островов. Речные долины

на островах обычно узкие, глубоко врезанные, в ряде случаев – с развитым комплексом надпойменных террас, главным образом, цокольных и эрозионных (Ганзей, 2010).

Большинство крупных ручьев и рек берут начало с главных водоразделов, таких как хребты Докучаева на Кунашире, Богатырь на Итурупе, Криштофовича на Урупe, и имеют древовидную форму, протяженность наиболее крупных рек – 8-12 км. В верховьях течение быстрое, с обилием мелких порогов и водопадов, в том числе один из самых высоких в России – водопад Илья Муромец (141 м), находящийся на полуострове Медвежий. Днища выполнены валунно-глыбовыми пролювиальными отложениями, указывающими на частые сходы селей. Склоны долин крутые (30-50°), поперечные профили V-образные, редко каньонообразные. Русла рек и ручьев иногда занимают все днище долин.

Максимальная глубина вреза долин достигает 200-300 м (Макарова, 2006). Речные террасы обычно отсутствуют, но на отдельных участках в долинах наиболее крупных рек (Серная, Куйбышевка, Курилка, *рис. 2.1.3.11*) развита пойма, а иногда и надпойменные террасы высотой до 3-5 м и шириной не более 20-30 м (Государственная..., 1980). К устьевым частям долины расширяются и часто переходят в ящикообразные, выполненные аллювиально-пролювиальными образованиями.



Рисунок 2.1.3.11. Долина реки Курилка (о. Итуруп) в нижнем течении (фото автора)

Этапы развития флювиального рельефа обычно обусловлены пульсационными подвижками базиса эрозии в результате неотектонических и современных движений различных участков территории островов и колебаний уровня Мирового океана.

На островах имеются кратерные и кальдерные озера, а также лавоподпрудные (Высокое, Смерти и ряд мелких озер на западных склонах хр. Криштофовича на Уруп) и верховые болота, развитые на плоских водораздельных поверхностях. Террасы, наблюдаемые в озерных котловинах, сложены, главным образом, голоценовыми отложениями, они имеют лагунное происхождение и распространены на перешейках, например оз. Токотан (Уруп), подпруженное береговыми валами (рис. 2.1.3.12).



Рисунок 2.1.3.12. Озеро Токотан (о. Уруп), подпруженное береговыми валами и дюнным комплексом (фото Ликсаковой Н.)

Прибрежно-морской рельеф островов делится на современный и древний. Занимает до 10% площади островов. Исследователями выделяется несколько уровней террас на высотах от 2-3 до 200-300 м. По В.К. Грабкову (1969): 200-250-метровая, 120-150 м, 60-80 м, 30-40 м, 5-20 м, 5-7 м, 2-3 м. По Кулакову (1973): 200-250 м, 80-120 м, 50-60 м, 30-40 м, 20-25 м, 3-5 м. По В.Ф. Канаеву (1959): 2-3 м, 12-15 м, 18-20 м, 23-25 м, 38-40 м. По Разжигаевой и др. (2003), на острове Итуруп: 80-100 м, 25-30 м, 12-15 м и 6-8 м для центральной части острова. По (Государственная..., 1971), на Кунашире выделяются террасы 15-25 м, 40-60 м, 100-120 м, 200-250 м. По Кривулину К.П. и Соловьёвой Г.Д. (1975), на Кунашире выделяются следующие уровни террас: 2-3 м, 5-7 м, 12-15 м, 30-40 м, 60-80 м.

Автор данной работы во время полевых работ наблюдал террасовые уровни на абсолютных высотах 200-250 м, 100-120 м, 45-60 м, 25-40 м, 5-15 м, 2-3 м.

Такое «разночтение» в количестве выделяемых террасовых уровней обусловлено тектоническими причинами, зачастую отсутствием единых, повсеместно распространённых маркирующих горизонтов, позволяющих сопоставлять одновозрастные террасы, а также отсутствием достаточного

количества абсолютных датировок возраста осадков, слагающих террасы (Кузнецов, 2021).

Для характеристики морфологии берегов и их динамики (что является темой исследования) важно само наличие террас, свидетельствующих о восходящем развитии рельефа островов, а их разновысотность или отсутствие на отдельных участках островов – о блоковой тектонике.

Исходя из сказанного, нет смысла характеризовать морфологию и строение террасовых уровней, кроме тех, которые могут влиять на динамику берегов островов и на их хозяйственное освоение.

Всеми исследователями выделяется *терраса 25-40 м*, однако некоторыми из них в этом интервале выделяются 2 террасы. Так, по мнению Ю.С. Желубовского (1964), на о. Итуруп существуют две террасы с высотами 20-25 и 40-45 м. Поверхность 25-40 м террасового уровня полого наклонена ($3-5^\circ$) в сторону моря. Тыловой шов и бровка выражены чётко. Мощность аккумулятивного чехла 5-13 м: верхние 2 м – пирокластический чехол с погребёнными почвами, на глубине 2-4 м – чередование пеплов и песков, с глубины 4 м вскрываются галечники (по данным обнажения ручья Ток, залив Касатка). большей частью терраса цокольная.

Н.Г. Разжигаева и др. (2003) определяют возраст 25-30 м террасы как среднеплейстоценовый. По (Государственная..., 2008), возраст террасы оценивается как позднеплейстоценовый на основании сопоставления с островами южной группы Курильской дуги, по отметке уровня и морфологическому соотношению с более низкими уровнями.

В центральной части Итурупа и Кунашира терраса сильно антропогенно переработана. На её поверхности расположены пгт. Южно-Курильск, г. Курильск, пос. Китовый, пос. Шуми-городок, пос. Горячий пляж, верхние части пос. Буревестник (рис. 2.1.3.13).



Рисунок 2.1.3.13. 25-40 м террасовый уровень в районе пос. Буревестник, о. Итуруп (красной линией обозначен тыловой шов террасы, фото автора)

На Урупте террасовый уровень ограничен абразионными и абразионно-денудационными склонами высотой до 25 метров (рис. 2.1.3.14).



Рисунок 2.1.3.14. 25-40 метровая пологонаклонная к акватории морская терраса п-ова Кастрикум (о. Уруп), на заднем плане видны о-ва Близнецы (фото Романюка Ф.)

Отчетливо эта терраса выражена в районе м. Тетяева, оз. Токотан, бух. Наталии и м. Кастрикум. Ширина площадки террасы не более 50-70 м, за исключением м. Кастрикум, где ее ширина достигает 1 км. Поверхность террасы ровная, с небольшими буграми, местами наблюдается слабый наклон в сторону моря. Тыловой шов большей частью отчетливый. Высота бровки колеблется от 10 м на далеко выдающихся в акваторию мысах до 35 м. Тыловой шов террасы располагается на высотах 30-40 м. Большой частью терраса цокольная, но нередки случаи, когда аккумулятивная часть отсутствует. Мощность аккумулятивной части не превышает 10 м (на Кастрикуме в прибрежной части 3 м).

Террасовый уровень 5-15 м повсеместно наблюдается в заливе Измены, на перешейках Сернозаводский, Южно-Курильский, Кругловский (Кунашир), заливах Касатка, Доброе Начало, Куйбышевский, Простор (Итуруп), Токотан (Уруп). Максимальная ширина этого уровня – в заливе Доброе Начало и в Южно-Курильской бухте (до 3,5 км). Аккумулятивная терраса состоит из серии береговых валов (в заливе Касатка до 13 штук), шириной до 30 м, относительной высотой до 3-4 метров, местами выше, за счет эоловой аккумуляции (рис. 2.1.3.15, а). На побережье Куйбышевского залива, бухты Головнина максимальные высоты песчаных дюн достигают 10-12 м (рис. 2.1.3.15, б). Сложена терраса преимущественно песчаным материалом. Возраст террасы голоценовый (Razjigaeva et al., 2002).



Рисунок 2.1.3.15. а) Береговые валы в заливе Касатка (о. Итуруп), б) Дюнные массивы на 5-10 метровой террасе. Бухта Головнина к северу от пос. Южно-Курильск, о. Кунашир (фото автора)

Разновысотные абразионные террасы этого уровня нагляднее всего представлены в районе южного берега п-ова Атсонупури и на южной оконечности Итурупа – мысе Гневном, где наблюдаются две хорошо сохранившиеся абразионные террасы с волноприбойными нишами на абсолютных высотах 8 и 13 м (Геологическое описание..., 1964).

Современная аккумулятивная 2-3 м терраса наиболее хорошо развита на побережьях заливов Касатка, Доброе Начало, Простор (Итуруп), у оз. Лагунного, в бухте Южно-Курильской (Кунашир), залива Токотан (Уруп). Поверхность её ровная, ширина изменяется от 20 до 70 м, а местами достигает 200 м (на севере залива Доброе Начало). Сложена терраса галечно-песчаным материалом. Тыловой шов выражен четко. Её поверхность часто без выраженной бровки плавно переходит в современный пляж, однако может быть чётко ограничена штормовым уступом размыва.

Там, где развиты низкие аккумулятивные террасы, вдоль береговой линии прослеживаются широкие песчаные и песчано-галечные пляжи. Пляжи развиты на берегах таких крупных заливов, как Измены, Спокойный, рейд Тофицкий, бухты Южно-Курильская, Головнина (Кунашир), заливов Доброе Начало, Касатка, Одесский и Куйбышевский (Итуруп), Токотан (Уруп), где ширина их в среднем составляет 30-40 м. Например, в районе п-ова Весловской, на юго-западе острова Кунашир, ширина пляжа составляет 50-70 м. Пляж прослеживается на протяжении около 14 км. В глубь острова пляж переходит в террасу высотой до 3 м с остатками полуразрушенных береговых валов и дюнных комплексов. Максимальные параметры пляжа наблюдаются в заливе Касатка (Итуруп): длина пляжа – до 15 км,

ширина – до 80 м.

В общем плане береговые валы отмечаются повсеместно вдоль побережья островов и приурочены, как правило, к небольшим бухтам, где они подпруживают водотоки ручьев и рек, нередко с образованием озер лагунного типа.

Современные активные клифы, бенчи шириной до 200 м и волноприбойные ниши являются характерной чертой прибрежно-морского рельефа островов. Вдоль обоих побережий отмечается большое количество развивающихся и отмерших бенчей, местами приподнятых над уровнем воды на 1-1,5 м, а также кекуров. Высота абразионных уступов нередко достигает 100 м, но преобладают высоты 25-30 м. У их подножий часто расположены узкие пляжи и валунно-глыбовая отмостка. Океанское и охотское побережье имеют существенные отличия в своих очертаниях (подробнее о рельефе берегов островов см. в 3 главе).

В районах перешейков островов террасы в основном аккумулятивные, в остальной части абразионные, либо абразионно-аккумулятивные, только самые низкие иногда имеют аккумулятивное происхождение. Все террасовые уровни перекрыты с поверхности разным по мощности пирокластическим чехлом с погребёнными почвами.

Характерной формой подводного рельефа является прибрежная отмель, наблюдаемая как с тихоокеанской, так и с охотоморской стороны. Внешний край отмели располагается на глубине 150 м, в плане повторяет очертания современной береговой линии. Ширина отмели со стороны Охотского моря составляет около 5 км, а со стороны океана она достигает 10-15 км (Безруков и др., 1968).

Описанные выше типы рельефа осложнены сейсмогенными, гравитационными и флювиальными формами рельефа.

Сейсмогенные (тектонно-денудационные) формы рельефа представлены останцами, рвами и уступами, существенно переработанными денудацией.

Гравитационный рельеф представлен результатами обвалов, осыпей, оползнями и оплывинами по склонам различных генетических комплексов рельефа. Его развитию способствуют: большое количество осадков, интенсивность их выпадения, характер субстрата и большая крутизна склонов.

О.А. Брайцева, И.В. Мелекесцев (1974) и В.В. Никольская (1982) выделяют на острове Итуруп следы ледникового рельефа и ледниковых отложений. Ранне- и

среднеплейстоценового оледенений на острове, вероятно, не было, так как высота Итурупа в то время не превышала нескольких сотен метров. Позднеплейстоценовое оледенение было двухфазным. Оно не имело значительных размеров, т.к. перед началом оледенения максимальная высота Курильских островов не превышала 1000-1200 м, во время второй фазы оледенения – 1400-1500 м (самые высокие вулканы Курильской гряды были сформированы уже в голоцене). Оледенение было горно-долинным и каровым, его следы сохранились на хребте Камуй. Максимальная длина ледников здесь не превышала 3-5 км, а мощность льда 50-100 м. На остальных вершинах острова оледенения, по-видимому, не было, однако повсеместно могли быть распространены крупные и мощные снежники-перелетки (Камчатка, Курильские и Командорские острова..., 1974).

Рельеф островов – вулканов Чирпой, Брат-Чирпоев и Броутона – вулканогенный и денудационно-вулканогенный (см. рис. 2.1.3.3). На о. Чирпой, слабо вытянутом в меридиональном направлении, вершинную часть образуют три вулканические постройки: действующие вулканы Сноу (395 м), Черного (694 м) и потухший вулкан горы Чирпой (691 м) (рис. 2.1.3.16). Острова Брат-Чирпоев и Броутона представляют собой конусы одноименных вулканов с высотами 749 и 800 м, соответственно. Берега островов находятся на начальной стадии формирования, крутые и обрывистые, с большим количеством «непропусков». Реки и ручьи отсутствуют.



Рисунок 2.1.3.16. Панорама о-ва Чирпой. Вулканы слева-направо: Сноу, Чирпой, Чёрного (фото автора)

Малые Курильские острова имеют сложные плановые очертания. Для островов, как и для всей Курильской гряды, присуще преобладание восходящего развития рельефа, вследствие общего тектонического подъёма земной коры. Однако существуют участки, которые опускаются или находятся в относительном покое.

В рельефе островов Малой Курильской гряды выделяются 2 комплекса рельефа – холмистый эрозионно-денудационный рельеф (200-400 м) о. Шикотан и прибрежно-морской рельеф (до 80 м на Шикотане, до 45 м на малых островах), представляющих собой остатки террасовых уровней п-ова Немуро (принадлежащего Японии).

Остров Шикотан имеет самую сложную в плане форму. Крупные возвышенности чередуются с небольшими по размерам и высоте холмами. С северо-запада на юго-восток выделяются четыре линейно-вытянутые морфологические области, а именно: северо-западная (высотой 200-250 м), центральная с низким равнинным рельефом (80-100 м), холмогорья главного водораздела (200-400 м), полоса террас вдоль юго-восточного побережья (60-80 м) (Марков, 1992).

Остров Шикотан представляет собой участок эрозионно-денудационного рельефа. Однако, юго-восточное побережье острова представляет собой абразионную равнину с несколькими террасовыми уровнями (2-3 м, 5-7 м, 12-15 м, 30-40 м, 60-80 м), как и все остальные более мелкие острова Малой Курильской гряды (рис. 2.1.3.17).

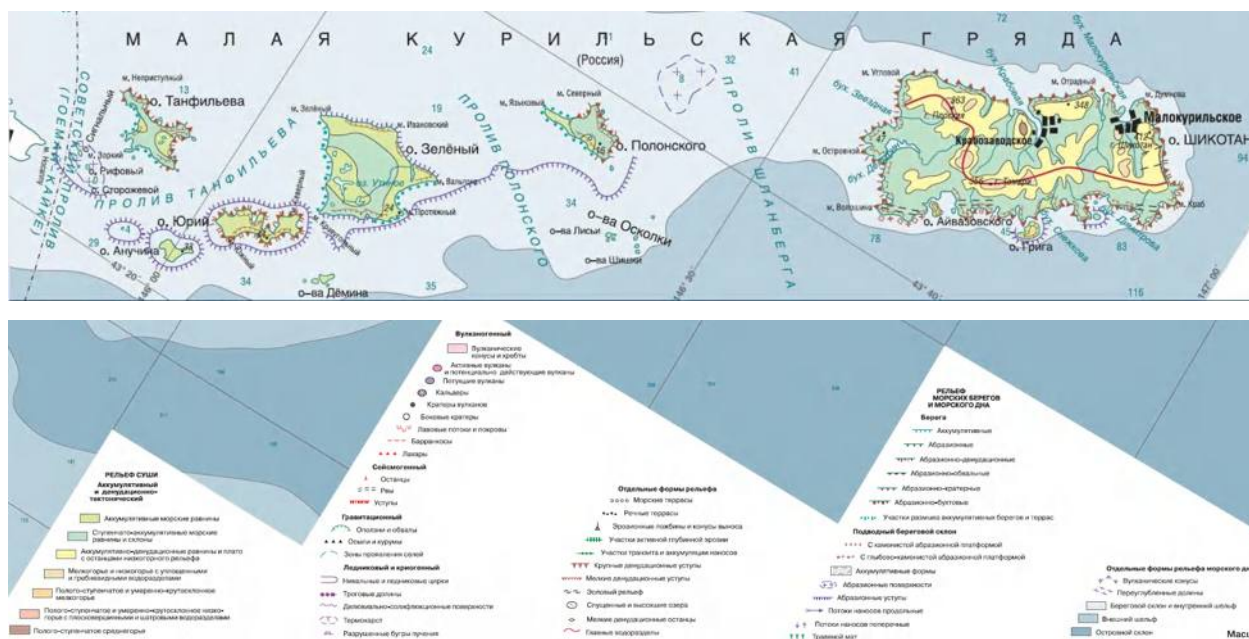


Рисунок 2.1.3.17. Морфогенетические типы рельефа о-вов Малой Курильской гряды (Атлас..., 2009)

В северо-западной, наиболее высокой части острова (до 400 м), выделяются хаотичное расположение холмов и грядово-уплощенные поверхности с элементами «куэстового» рельефа, что обусловлено моноклинальным залеганием пород.

Береговая линия побережья прямоугольная в плане, очень изрезанная, с низкими подтопленными риасовыми бухтами, переходящими в долины крупных рек. Заметную роль в формировании этих долин, а также контуров береговой линии сыграли системы разломов, расположенные вкрест простирания острова. Вдоль всей береговой линии отсутствуют какие-либо уровни абразионных поверхностей (Марков, 1992) (рис. 2.1.3.18).



Рисунок 2.1.3.18. Северо-западное очертание острова Шикотан (фото автора)

Ближе к центральной части острова (абсолютные отметки до 250 м) располагаются полого-наклонные плоские поверхности с широкими, изометричными и плоскими, большей частью заболоченными днищами речных долин (рис. 2.1.3.19). Наибольшая ширина их распространения совпадает с участками развития наиболее легко разрушаемых пород. Область распространения холмисто-сопочного рельефа совпадает с простиранием главного водораздела. На юге граничит с хребтом (до 357 м) – сопками Ноторо, Томари и Брусилова (Марков, 1992).



Рисунок 2.1.3.19. Панорама центральной долины р. Горобец, слева гора Ноторо, о. Шикотан (фото автора)

С юго-восточной стороны к вершинам главного водораздела примыкает поверхность комплексного (в основном, эрозионно-абразионного) выравнивания высотой 30-80 м над уровнем моря и шириной от 0,7 до 2 км, с относительно четким

тыловым швом и бровкой (рис. 2.1.3.20). Береговые линии террас сильно изрезаны, и многочисленные острова и полуострова, основания которых размещаются на неглубокой шельфовой зоне, представляют собой отдельные их части (Марков, 1992). Основной террасовый уровень – 60-80 м, в устьях бухт – аккумулятивные пляжевые отложения (высота до 2 м).



Рисунок 2.1.3.20. Панорама побережья юго-восточной тихоокеанской стороны Шикотана (фото автора)

Флювиальный рельеф. На северо-западе острова Шикотан гидрографическая сеть имеет субпараллельный облик, долины мелких водотоков узкие V-образные и каньонообразные, русла невыработанные, с крутым продольным профилем, с многочисленными уступами и водопадами. В центральной части острова долины имеют ящикообразный, местами корытообразный профиль, днища их плоские, широкие и заболоченные. Гидросеть юго-восточной части острова имеет близкий к древовидному рисунок. Долины не террасированные, U-образные в нижнем течении и V-образные в верховьях. U-образный профиль обусловлен подпруживанием и частичной осушкой устьевых частей лагун береговыми валами с образованием плоских небольших по площади аллювиально-озерных линейно-вытянутых (часто покрытых болотными кочкарниками) образований по днищам современных водотоков. Борта долин отвесные, сложены коренными породами.

Остров Полонского имеет уплощенный рельеф (максимальная высота 16 м), практически полностью покрыт болотами с фитогенным нанорельефом. В береговой зоне расположено несколько барьерных озер. Берега острова представляют собой пляжи. Поверхность острова наклонена на северо-запад (5-6°) (Марков, 1992).

Острова Дёмина состоят из нескольких островов с 30-метровым террасовым уровнем и множеством мелких кекуров.

Остров Зеленый представляет собой террасовидную поверхность высотой около 10 м, приподнятую в юго-восточной части до 25 м. Большая часть (80%) острова заболочена, причем торфяники покрывают как центральную часть, так и

днища долин водотоков и берега озер. Участки выровненной поверхности чередуются с плоскодонными, корытообразными долинами с выположенными и заболоченными верховьями. Невысокие крутые береговые уступы чередуются с пляжами, расположенными в устьях рек. Поверхность острова наклонена на северо-запад (8-10°) (Марков, 1992).

Остров Юрий состоит из трех возвышенных уплощенных участков с высотами 30–40 м, разделенных низменными перешейками (высотой до 5-6 м), на которых расположены небольшие барьерные озера. Тихоокеанская сторона острова представляет собой абразионные и абразионно-денудационные берега с многочисленными кекурами, со стороны пролива Танфильева береговая линия сильно изрезана, здесь расположено несколько глубоко вдающихся в сушу бухт с отмелым дном. С северо-западной стороны скалистые участки побережья переходят в бухты перешейков, перекрытые дюнами (6-8 м). С противоположной юго-восточной стороны высокие и отвесные прибрежные скалы круто обрываются к океану, представляя собой фрагменты активного клифа (гроты, ниши, кекуры) (Марков, 1992).

Абразионные поверхности с отметками 10 и 40 м хорошо видны на островах *Танфильева* и *Анучина*. Рельеф о. Танфильева плоский. Выровненные заболоченные участки находятся в центральной части острова, а по периферии вдоль всей береговой линии симметрично расположены корытообразные речные долины, с широкими и заболоченными устьями. Береговая линия изрезанная, с чередующимися участками невысоких, но крутых уступов и пляжей. Поверхность острова наклонена на северо-запад (6-8°) (Марков, 1992).

Остальные мелкие островки – Лисьи, Шишки, Осколки, острова банки Опасной также имеют плоскую поверхность и отвесные берега.

Возраст формирования поверхностей малых островов, очевидно, соответствует возрасту морских аккумулятивных террас на островах Большой гряды (Разжигаева и др., 2011).

Охарактеризованные основные генетические комплексы рельефа островов осложняются формами мезо- и микрорельефа, как отмечалось, ледникового, эолового, озерного происхождения, а также микро- и нанорельефа биогенного, суффозионного генезиса и на небольших освоенных площадях – антропогенного.

2.1.4. Климат и гидрометеорологические условия

Климат на островах морской умеренный, осложнённый муссонной деятельностью, с прохладной и очень снежной зимой ($-6,7^{\circ}\text{C}$ – февраль) с частыми метелями (56 дней в году) и прохладным влажным летом ($16,7^{\circ}\text{C}$ – август). В отдельные годы наиболее теплым является сентябрь с пиковой температурой $+25^{\circ}\text{C}$. Устойчивый снежный покров образуется в конце ноября, сходит в конце апреля (Атлас..., 2009). В целом, для района характерна неустойчивая погода, которая может меняться 2-3 раза в день. Тихоокеанское побережье холоднее, дождливее и туманнее, чем охотоморское, что обусловлено холодным Курильским течением (Оясио) (рис. 2.1.4.1) (Богданов, Мороз, 2000).

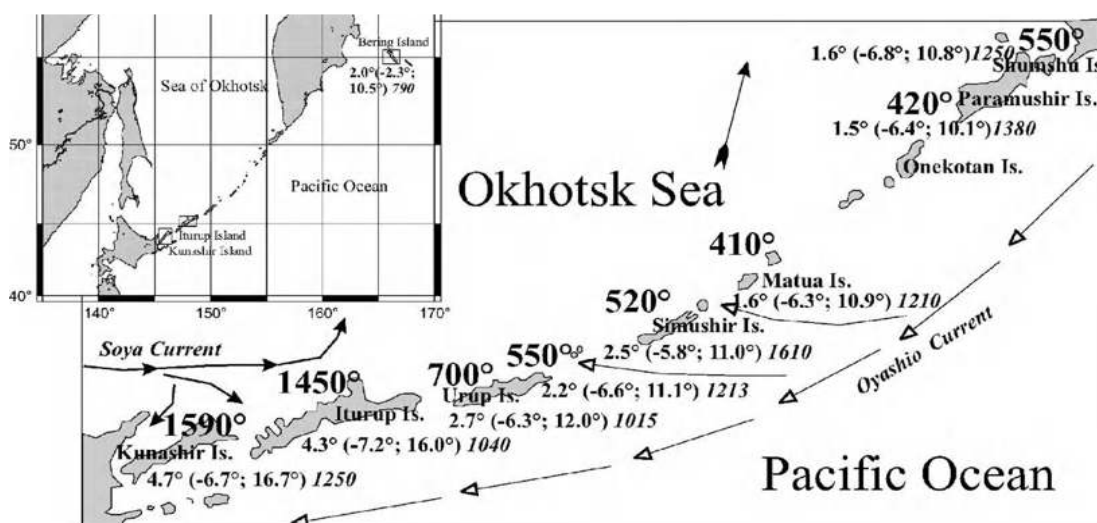


Рисунок 2.1.4.1. Климатические параметры изучаемого региона. Крупным шрифтом обозначена сумма активных температур, ниже – средняя годовая температура, температура февраля и августа, годовое кол-во осадков (Razjigaeva et al, 2004)

По среднегодовым показателям температура воздуха составляет от $2,2$ (на о-вах Чёрные Братья и Броутона) до $4,7^{\circ}\text{C}$ (на Кунашире), скорость ветра – 7 м/с, влажность – 75% . Туманность наблюдается до 150 дней в году. За год выпадает от 1250 мм осадков (на Кунашире) до 1015 мм (на Урупке), минимум в феврале – 50 мм, максимум в сентябре – 170 мм (Атлас..., 2009).

Поле ветров имеет чёткую сезонность: зимой господствуют северо-западные и западные ветры; летом – восточные, северо-восточные и юго-восточные ветры (рис. 2.1.4.2). Наиболее ветреный период – осень. В это время часты тайфуны (тропические циклоны), с ураганным ветром до 30 м/с и большим количеством осадков (Атлас..., 2009).

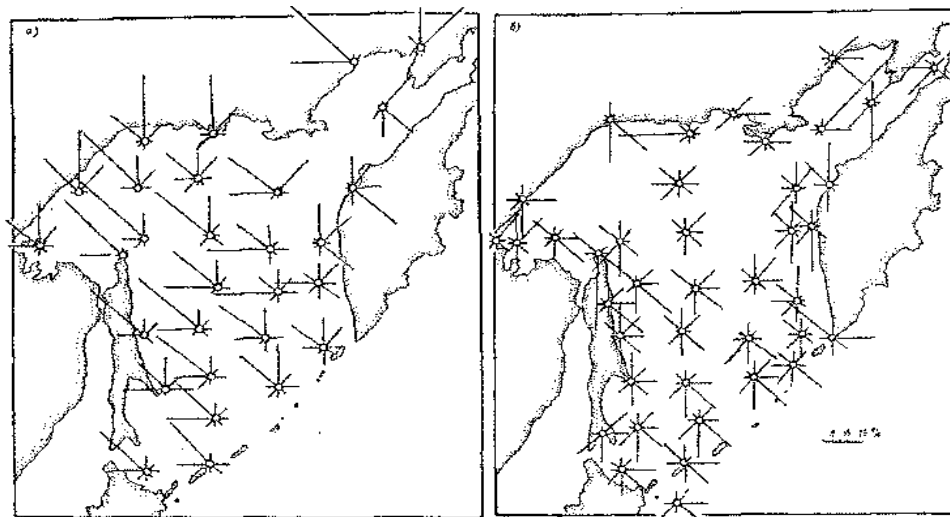


Рисунок 2.1.4.2. Розы ветров в Охотском море: а) в декабре, б) в июне
 ([http://rus.ferhri.ru/danger/ohotsee\[sgya~data\].html](http://rus.ferhri.ru/danger/ohotsee[sgya~data].html))

В зимние месяцы постоянный ледовый покров в районе Южных Курил отсутствует. Наблюдаются дрейфующие льды. Обычно это крупно- и мелкобитый однолетний лёд, создающий сложные условия для навигации. Максимального развития ледяной покров достигает в марте, начинает активно разрушаться уже в начале апреля. В мягкие зимы в районе южных островов ледовый покров не наблюдается или бывает в течение нескольких дней. В суровые зимы длительность ледового периода увеличивается до полутора месяцев. На Кунашире (в г. Южно-Курильске) она составляет в среднем 38 дней (Атлас..., 2009) (рис. 2.1.4.3).

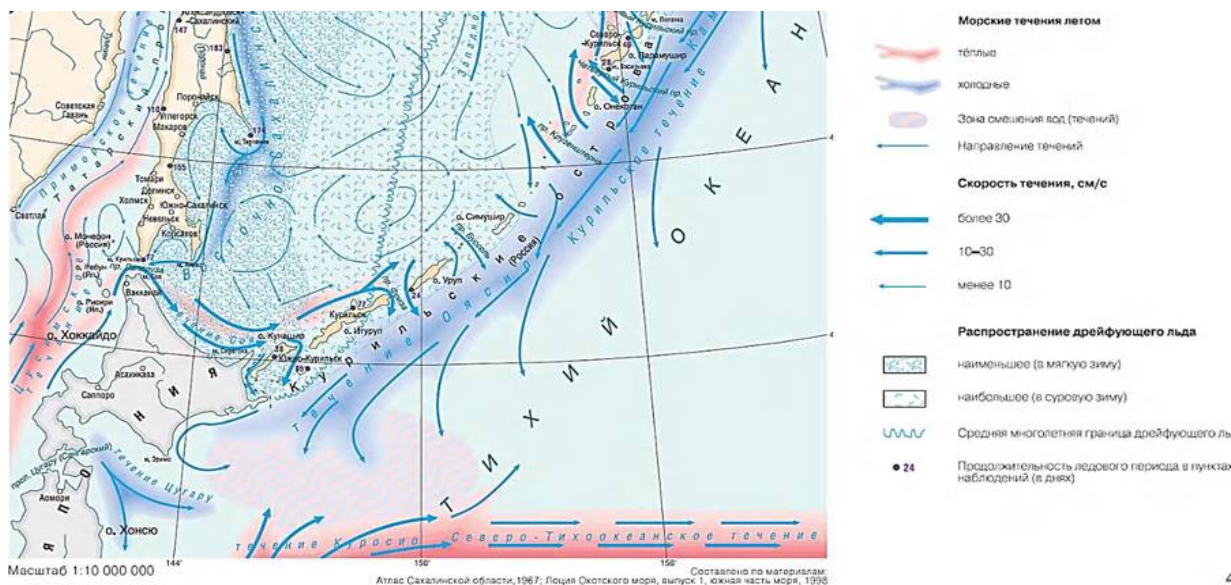


Рисунок 2.1.4.3. Морские течения и распространение дрейфующего льда на Курильских островах (Атлас..., 2009)

2.1.5. Растительный покров береговой зоны

Для низменных участков островов Кунашир, Итуруп и Шикотан характерны леса из пихты, ели и дуба (больше всего на крайнем юге), на Урупке характерны редкостойные леса из лиственницы, каменной березы, в южной части острова встречаются пихтарники. В лесах повсеместно развиты труднопроходимые заросли из курильского бамбука, высота которого достигает 3,5 м. На склонах выше 700 м господствует кедровый стланик. Северные склоны гор занимают плотные заросли ольховника. По берегам рек обычны заросли высокотравья (Баркалов, 2002). Наличие растительности на склонах играет стабилизирующую роль для процессов делювиального смыва и оплывания.

В пространственном отношении в растительном покрове наблюдается его пестрота и асимметрия, обусловленная барьерным эффектом вулканических массивов, воздействием извержения вулканов, а также антропогенной трансформацией растительности. Однако на 3 нижних террасовых уровнях наблюдается поясность растительного покрова: терраса 2-3 м занята разнотравно-луговой растительностью, террасовый уровень 5-15 – разнотравно-луговой с единичными особями ивы и пихты, 15-25 м, 25-40 м – пихтово-елово-дубовыми лесами с зарослями бамбучника. Эта поясность может быть использована для идентификации террас по литологическому сложению и может иметь выход на определение их относительного возраста. Данные особенности отчётливо видны при изучении островов с помощью космических снимков.

Острова Малой Курильской гряды (за исключением Шикотана) и острова – вулканы Черные Братья и Броутона бедны по растительности – произрастает луговая и болотная растительность, пионерная разреженная растительность на свежих лавовых и лахаровых потоках.

Подводная растительность представлена ламинариями, аляриями и нереоцистисами, достигающими в длину десятков метров. Во время волнения и, особенно, штормов эти крупные водоросли выбрасываются на берег, выполняя роль барьера, препятствующего его размыву. Особенно чётко это наблюдается на п-ове Кастрикум, Ванд-дер-Линд и в заливе Наталии на о. Уруп (рис. 2.1.5.1).



Рисунок 2.1.5.1. Галечно-песчаный пляж, защищенный от размыва водорослевым матом на открытом тихоокеанском берегу в 1 км к юго-западу от устья реки Водопадная (фото автора)

Особенности берегов Южных Курил проявляются в разных аспектах и на разных уровнях. Сами по себе условия формирования берегов архипелага (сочетание тектонических и климатических факторов) – уникальны для РФ и весьма редки в мире (аналоги – Алеутские острова, но в более высоких широтах, и отчасти Новая Зеландия, но с более обширной площадью островной суши).

Островодужные острова закономерно делятся на развитые геосинклинальные горные острова (заметно более крупные, сложенные субматериковой корой) и молодые вулканические острова, имеющие небольшие размеры. К первым относятся: Японские о-ва, Большие Антильские, о-ва Южно-Антильской островной дуги (Южная Георгия, Южные Оркнейские, Южные Шетландские), Зондские, Молуккские, Новая Каледония. Ко вторым: Малые Антильские (Наветренные) острова, Андаманские, Никобарские, Алеутские, **Курильские**, Нансей, Нампо, Марианские, Бисмарка, Соломоновы, Новогебридские, Тонга и Кермадек, Южные Сандвичевы. Острова Тихого океана не только имеют различные размеры, строение и происхождение, но также и находятся в разных широтных зонах, что создает своеобразные условия формирования их берегов (Литвин, Лымарев, 2003).

Главные особенности морфологии и динамики берегов Курильских островов (включая Южные Курильские острова) определяются тем, что это острова переходной зоны от материка к океану (вулканические островные дуги), находящиеся в бореально-гумидной зоне в умеренно-холодной подзоне. Вследствие

промежуточного положения между субарктической и субтропической зонами, воды здесь летом теплые, а зимой холодные, без сплошного ледяного покрова в океанах. В осенне-зимний период под воздействием циклонов активно проявляются штормы, что обуславливает перемешивание вод и способствует образованию высокой биомассы морских организмов при значительном видовом разнообразии (Литвин, Лымарев, 2003).

Об особенностях островодужного вулканического типа можно судить также по Курильской островной дуге, состоящей из двух параллельных подводных хребтов, вершины которых образовали островную гряду из многочисленных потухших и действующих вулканов. Типичный из них и самый крупный, остров – вулкан Алаид, представляет собой высоковулканический островодужный подтип с проявлением высотной поясности, тогда как о. Шикотан следует отнести к низковулканическому подтипу, характеризующемуся холмистой поверхностью, созданной за счет более древней вулканической деятельности (Литвин, Лымарев, 2003).

Кроме того, островные дуги находятся на разных стадиях формирования. Курильские острова находятся в целом на ранней стадии развития островной дуги. Особенностью развития берегов крупных Курильских островов, в отличие от других островов Огненного кольца, является то, что размер вулканических построек (по отношению к общей площади островов) и их местоположение приводят к тому, что они оказывают прямое влияние на формирование берегов. На многих крупных островах в схожих структурно-тектонических позициях, например, в Зондском архипелаге, активные вулканы находятся в центральных частях островов (Ява, Суматра и др.), и продукты их извержений (лавы, пирокластические потоки) не доходят до береговой зоны, в то время как это имеет место на Курилах.

Для небольших островов Курильской гряды размер активных вулканических построек сопоставим с размером островов, и берега часто одновременно являются склонами вулканов. Интенсивно протекающий абразионный процесс на берегах небольших островов является причиной относительной скоротечности их эволюции: начало – довольно небольшой размыв, конец – установление стабильного состояния (геоморфологической старости). Если острова имеют овальную форму и сложены рыхлыми отложениями, легко поддающимися размыву, береговая линия обычно

приобретают округлые очертания.

В отличие от Северных и Средних Курил, Южные Курилы более высокосейсмичны (7-8 магнитуд), они расположены в условиях теплого умеренно-морского климата вне области как четвертичного, так и современного оледенения (в отличие от Северных Курил). Это оказывало воздействие на темпы тектонического поднятия территории. Поверхности 200–300 и 15–25-метровых морских террас на Северных Курильских островах нередко несут на себе ледниковый рельеф; их формирование, по-видимому, близко по времени к ледниковым эпохам (Литвин, Лымарев, 2003).

Средние Курилы, по сравнению с Южными, – отстают в тектоническом поднятии, это объясняется положением поверхности выравнивания. Высота этой поверхности над уровнем моря является показателем амплитуды суммарных четвертичных поднятий островов. На о. Шикотан абсолютные отметки выровненных участков не превышают 300-360 м. На Большой Курильской гряде поверхность выравнивания занимает наиболее высокое положение (до 800-900 м над уровнем моря) на крайних южных и северных островах (острова Кунашир, Итуруп, Уруп, Парамушир и др.). В средней части островной дуги она значительно понижается. Контрасты рельефа Курильской дуги уменьшаются у мест ее причленения к Камчатской и Хоккайдо-Сахалинской складчатым областям и более резко проявляются в средней части дуги (Литвин, Лымарев, 2003). В целом площадь островов Средних Курил значительно меньше площади Южных.

Соотношение морфолитогенетических и динамических типов берегов во многом определяется современной вулканической активностью и поступлением в береговую зону вулканогенного материала. Среди Южных Курильских островов выделяются: Малые Курильские острова с отсутствием активного вулканизма с конца палеогена, крупнейшие Южно-Курильские острова (Кунашир, Итуруп, Уруп) с довольно активными вулканами, которые могут поставлять материал извержений на берега, и небольшие острова – активные вулканы (Чирпой, Брат-Чирпоев, Броутона), извержения которых обновляют вид (стадию развития) берегов.

Наконец, есть особенности берегов по сторонам отдельных островов, связанных с различной структурной приуроченностью берегов на охотоморской и тихоокеанской сторонах островов – к вулкано-тектоническим морфоструктурам

разного порядка, проявлениям «клавишной» тектоники (подробнее об этом см. подглава 3.1).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что совокупность перечисленных условий, таких как: активный тектонический режим, высокая сейсмичность территории, экстраординарные физико-географические и климатические (умеренно-морской климат вне области оледенения, осадки, ветры) условия региона, а также специфика неволновых рельефообразующих процессов (поступление в береговую зону разнообразного вулканогенного и сейсмогенно-гравитационного материала), приводит к относительному разнообразию геоморфологических типов берегов Южных Курильских островов и их динамики (Кузнецов, Большов, 2023).

2.2. Основные факторы формирования берегов

2.2.1. Волновые и другие гидрогенные рельефообразующие процессы⁶

Колебания уровня воды в районе Южных Курильских островов зависят, главным образом, от приливных и сгонно-нагонных явлений, обусловленных общей циркуляцией вод и цунами. Максимальные величины приливов на Итурупе изменяются на охотоморской стороне от 0,9 до 1,1 м, на Урупe от 1 до 1,7 м, на Итурупe на тихоокеанской – от 0,9 до 1,5 м, на Урупe от 0,9 до 1,4 м. Максимальные величины приливов на Кунашире изменяются на охотоморской стороне от 1 до 1,4 м, на Малых Курилах от 1,2 до 1,8 м, на тихоокеанской – от 0,9 до 1,8 м, на Шикотане от 1,2 до 1,8 м (Атлас..., 2009) (рис. 2.2.1.1).

⁶ При подготовке данного раздела диссертации использована следующая публикация, выполненная автором в соавторстве:

Кузнецов М.А., Большов С.И. Геоморфологические типы берегов острова Уруп (Южные Курильские острова) // Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. 2023. № 1 (78). С. 166–177. DOI: 10.37724/RSU.2023.78.1.016.

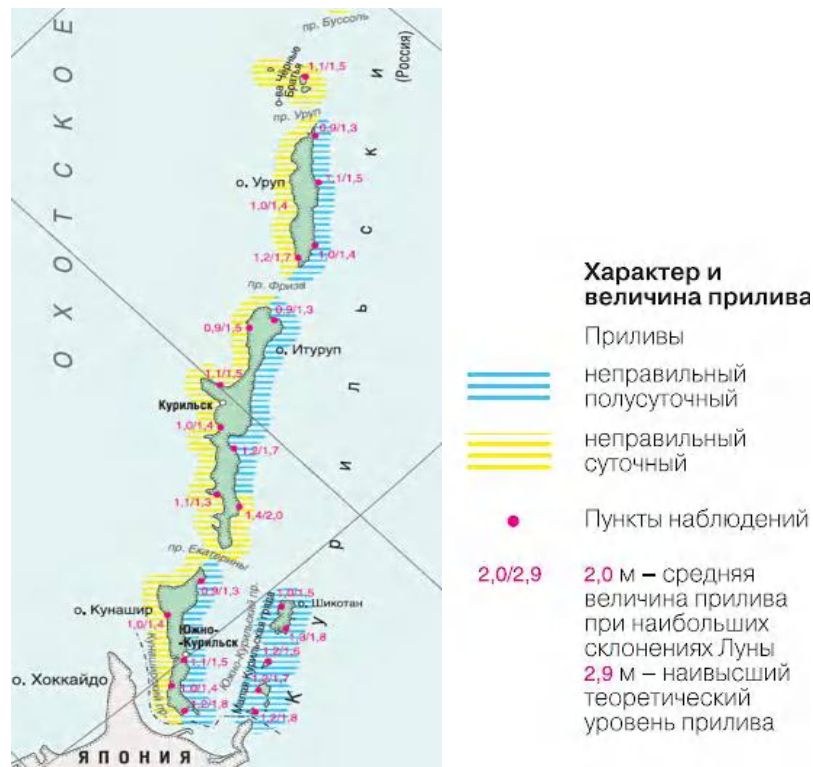


Рисунок 2.2.1.1. Схема характера и величины приливов на Южных Курильских островах (Атлас..., 2009)

Колебания уровня определяются не только приливно-отливными, но и сгонно-нагонными явлениями. Нагонные повышения уровня возникают под воздействием сильных ветров и при глубоких циклонах могут достигать 1,5-2,0 м. Величина сейшевых колебаний невелика – 20-30 см. Максимальные колебания уровня воды наблюдаются при цунами (Атлас..., 2009).

В связи с изменчивостью силы, продолжительности и направления ветров происходят изменения параметров волнения. В течение года повторяемость волнения данной высотой 0,5-2 м составляет 66%, волнения 3 м и более превышает 30%, штилевые условия весьма редки. В холодный период года, в связи с усилением ветров, высота волн достигает 4 м и более (рис. 2.2.1.2) (Атлас..., 2009).

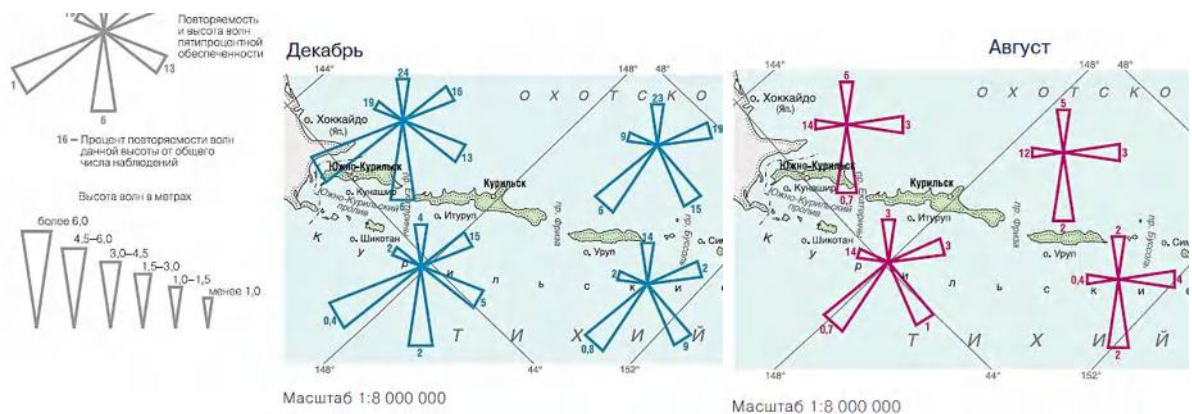


Рисунок 2.2.1.2. Повторяемость высот волн на Южных Курильских о-вах (Атлас..., 2009)

Охотоморское побережье островов относится к наиболее штормовым. Акватория открыта для волнения западных румбов. Повторяемость штормового волнения наиболее велика в период с октября по январь. Самыми спокойными являются летние месяцы с июня по август, однако высота штормового волнения в этот период может достигать 3-6 м. На тихоокеанском побережье повторяемость штормового волнения в 2-3 раза меньше. Самые сильные шторма, с высотами волн до 7-13 м, также наблюдаются в период с октября по январь (Атлас..., 2009).

2.2.2. Неволновые рельефообразующие процессы⁷

На острове Итуруп, согласно переписи 2019 г., проживает 6485 человек, на Кунашире – 7518 человек (2018), на Шикотане – 2917 ч. Население распределено неравномерно, и с каждым годом осваиваются новые территории. Эндогенные и экзогенные процессы на островах представляют или могут представлять опасность для человека и влиять на его хозяйственную деятельность. Они определяются многими природными факторами: неотектоническими движениями земной коры, наличием большого количества активных вулканов, высокой сейсмичностью территории, своеобразием литологических комплексов горных пород, климатическими условиями. Ниже приведены основные опасные и неблагоприятные рельефообразующие процессы.

Землетрясения. Как уже было сказано в *разделе 2.1.2.*, Курильские острова относятся к 9-балльной зоне сейсмичности. Для островов установлена следующая повторяемость землетрясений: 7 баллов – каждые 5-10 лет, 8 баллов – каждые 10-50 лет, 9 баллов – каждые 100-1000 лет. В пределах сейсмоактивных зон разломов возможно повышение силы землетрясений на 1-2 балла. Часто землетрясения сопровождаются обвалами, оползнями, лавинами, вулканическими извержениями, цунами (Государственная..., 2002) (*рис. 2.2.2.1*).

⁷ При подготовке данного раздела диссертации использована следующая публикация, выполненная автором в соавторстве:

Кузнецов М.А., Болысов С.И. Геоморфологические типы берегов острова Уруп (Южные Курильские острова) // Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. 2023. № 1 (78). С. 166–177. DOI: 10.37724/RSU.2023.78.1.016.

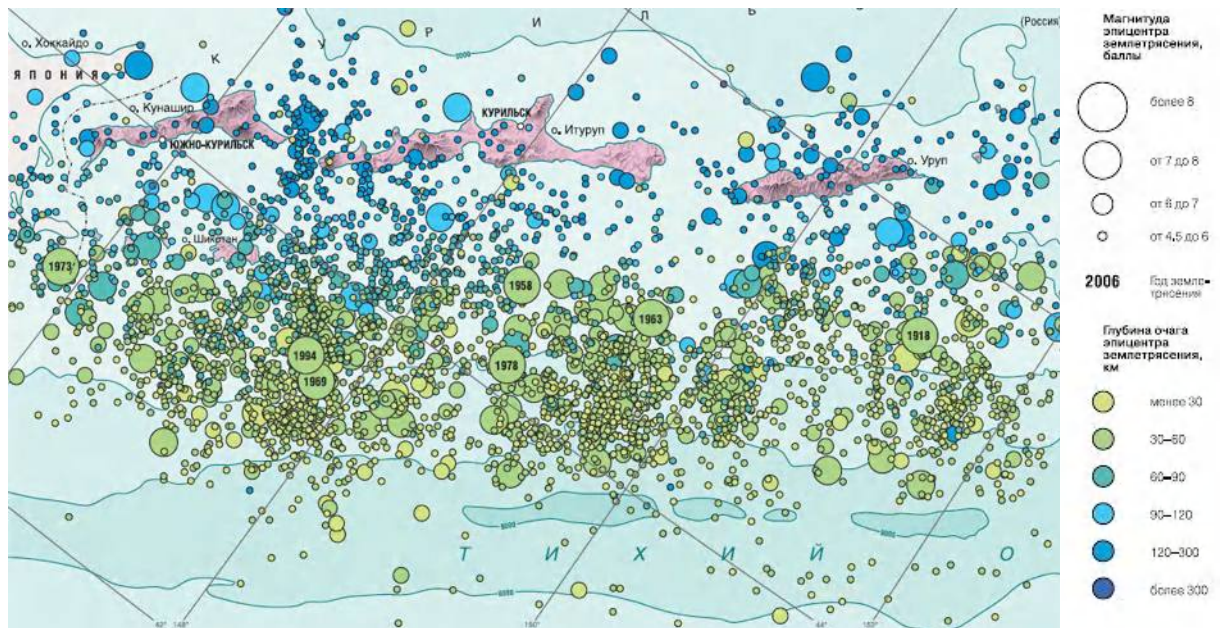


Рисунок 2.2.2.1. Эпицентры землетрясений Курило-Охотского региона за 1901-2006 гг. (Атлас..., 2009)

Извержения вулканов. Вулканоопасные зоны выделены Е. К. Мархининым (1967) на основании распространения продуктов вулканической деятельности в течение четвертичного периода (прил. 3). Вулканическая опасность зависит от: морфологии вулкана, типа извержений, рельефа окружающей местности, радиуса максимально возможного выброса (направленного взрыва) и активности вулкана в исторический период. Всего выделено четыре вулканоопасные зоны: высокой опасности – вероятность извержений менее 50 лет, средней опасности – 50-100 лет, низкой опасности – 100-500 лет, очень низкой опасности – более 500 лет. Продукты извержения вулканов, доходя до берегов, по существу, мгновенно изменяют их морфологию и динамику. Действующие и потенциально активные вулканы островов изображены на рис. 2.2.2.2.



Рисунок 2.2.2.2. Действующие и потенциально активные вулканы Южных Курил (Атлас..., 2009)

На островах Малой Курильской гряды действующих вулканов нет.

На островах, кроме землетрясений и вулканических извержений, действует комплекс экзогенных рельефообразующих процессов, также представляющих опасность для жизнедеятельности (*прил. 3*).

К ним относятся **эрозионные и селевые процессы**. Эрозионные процессы в некоторых частях островов создают бедленд, например, Белые Скалы залива Простор (*см. рис. 2.1.3.9*) у Ветрового перешейка, перешейки Рока и Дозорный (Итуруп), Головинский клиф на о. Кунашир. Селевые процессы протекают, в основном, во время снеготаяния и сильных дождей.

Следует отметить, что степень селевой угрозы (включая лахары) объектам инфраструктуры зависит не только от интенсивности вулканического извержения, но и от его характера и времени года. Так, при извержении вулканов Баранского, Менделеева зимой из-за таяния снега на г. Курильск, на пос. Горячий пляж и Третьякова, аэропорт Менделеево (расположен в 9 км от вулкана Менделеева) и Менделеевскую ГеоЭС, могут сойти катастрофические **лахары**, а также может повыситься уровень воды в реках и ручьях на 1-5 м (*Атлас..., 2009*). К лахароопасным участкам относятся долины рек и ручьёв, являющихся наиболее вероятными путями передвижения возможных грязевулканических потоков. В соответствии с принадлежностью к той или иной вулканоопасной зоне лахароопасные участки подразделяются на четыре группы: участки высокой опасности – с вероятностью схода лахаров менее 50 лет, средней опасности – 50-100 лет, низкой опасности – 100-500 лет, очень низкой опасности – более 500 лет (*Государственная..., 2002*) (*прил. 3*).

Снежные лавины, обвалы и осыпи (процессы, имеющие черты экзогенных и эндогенных) часто проявляются на склонах вулканических построек. Нередко спусковым механизмом для их сходов могут послужить землетрясения. Наибольшее распространение сейсмообвальные тела получили на берегах о. Шикотан, вследствие разрушительного землетрясения в 1994 г. Обвально-осыпные процессы на островах развиты в основном на мысах крупных заливов. На лавовых уступах обвальные явления могут быть спровоцированы сейсмическими событиями, выветриванием и метеорологическими факторами. Наиболее интенсивно эти процессы развиваются на участках абразионных берегов в литифицированной

пирокластике, а также в местах выходов в береговую зону пролювиальных отложений. Основная черта таких отложений – их несортированность (рис. 2.2.2.3). На клифах, нацело или частично сложенных рыхлыми породами, осыпания происходят непрерывно, иногда наблюдается отседание крупных блоков.

Роль обвально-осыпных, селевых, оползневых и оплывных процессов, отседания состоит в том, что они замедляют общее отступление берегов, принося дополнительный материал в береговую зону, за счёт которого могут формироваться вдольбереговые перемещения наносов (Кузнецов, Болысов, 2023).



*Рисунок 2.2.2.3. Сейсмообвальные тела в Малокурильской бухте, о. Шикотан
(фото автора)*

Снежные лавины образуются в период с начала декабря и до конца марта на склонах вулканических построек крутизной от 25 до 40°. В глубоких ложбинах, где мощность снежного покрова может достигать 10 м и более, формируются лотковые лавины. Лавины часто сходят по крутым склонам вулканов, по барранкосам. Особую опасность при сходе лавин представляют крутые склоны, поросшие бамбучником, кустарничками, или вовсе лишённые растительности. Опасны также обрывы в горах, где они достигают высот 100-200 м, и клифы на берегах и террасах высотой 20-80 м, на которых образуются лавины, связанные с метелевым переносом и обрушением снежных карнизов (Володичева, 1971) (прил. 3).

Оползневые процессы, в отличие от селевых, развиты довольно слабо. Все они приурочены к участкам переувлажнения склонов в местах разгрузки грунтовых вод. Мощность оползневых тел – до 5 м, ширина – до 20 м, протяжённость до 300 м. Родственным процессом, развитым на островах гораздо шире, являются сплывы

дернины, вызванные штормовыми подрезами склонов. Выявленные оплывные тела маломощные (до 2 м), по простиранию не превышают 30 м.

Нельзя не отметить **эоловые процессы**, влияющие на динамику аккумулятивных берегов. Они наиболее широко развиты в районе п-ова Весловской, в бухте Головнина, на перешейке Кругловский и, в меньшей мере, на отрезках берега низменных перешейков (Серноводского и Южно-Курильского на Кунашире), заливов Касатка, Куйбышевский, восточной и западной частях кута залива Простор (Итуруп), залива Токотан, бухты Новокурильской (Уруп). Некоторые дюнные массивы в длину достигают 500 м (например, в бухте Головнина на Кунашире, до 13 м высотой). К востоку от протоки оз. Длинного (перешеек Кругловский) морская терраса 5-10 м наращена эоловой аккумуляцией до высоты 27,8 м (рис. 2.2.2.4). Отмечены дюны, сложенные песками, высотой более 10 м, с крупными нишами выдувания округлой формы. В настоящее время пески слабо закреплены растительностью и со стороны моря перемещаются при штормовых ветрах (Кузнецов, Болысов, 2023).



Рисунок 2.2.2.4. Дюнный комплекс у озера Длинного, перешеек Кругловский, о. Кунашир
(Источник: Google Earth)

Дюны, расположенные в тыловых частях террас, закреплены плотным травянистым покровом и неактивны. Дюнные массивы, приуроченные к молодым береговым валам, заросли песчаным колосняком, который не образует сплошного покрова, и потому активно переформируются.

В результате дефляции образуются крупные котловины выдувания – до 15 м глубиной, до 100 м шириной (по бровкам) (рис. 2.2.2.5).



Рисунок 2.2.2.5. Крупная котловина выдувания в бухте Новокурильская, Уруп. На днище котловины видна валунная отмостка и древний береговой вал (фото автора)

Определённую роль в динамике берегов играет водная растительность (ламинарии, алярии, нереоцистис). Она снижает волновую активность и уменьшает её воздействие на берега (см. рис. 2.1.5.1).

Глава 3. Типизация берегов Южных Курильских островов

3.1. Структурная приуроченность берегов⁸

При изучении физической карты Южных Курильских островов Большой дуги (см. рис. 2.1) или их изображений на космическом снимке бросается в глаза морфологическое различие рельефа охотоморского и тихоокеанского побережий: расчленённость береговой линии первого и выравненность второго (особенно по бровке шельфа, см. рис. 2.1.3.1), в то время как у островов Малой Курильской дуги (особенно у о. Шикотан) и о. Кунашира наблюдается обратная картина.

Обусловлены эти различия приуроченностью островов к разным вулканотектоническим структурам. Осевая часть Большой Курильской гряды соответствует простиранию оси внутренней вулканической дуги, восточный (тихоокеанский) макросклон приурочен к междуговой впадине, западный (охотоморский) – к глубоководной котловине (тыловому рифту), осложнённой вулканическими аппаратами, что и нашло отражение в расчленённости рельефа охотоморского побережья (Кузнецов, Рычагов, 2020) (рис. 3.1.1).

Иная ситуация у островов Малой Курильской гряды и Кунашира объясняется наличием между ними мелководного Южно-Курильского пролива. Глубины в его юго-западной части составляют 10-20 м, в средней части 20-70 м, в северо-восточной части они постепенно увеличиваются до 180 м (Люция Охотского моря, 2018). Малая Курильская гряда, образовавшаяся ранее о. Кунашир, и мелководный пролив препятствуют длительному разгону волн и абразии выступов берегов, сформированных извержениями четвертичных вулканических построек. Побережье охотоморской стороны Кунашира отчасти защищено от абразии полуостровом Сиретоко (о. Хоккайдо) и узким Кунаширским проливом и имеет более выровненные очертания, однако на локальном уровне – это выравнивающиеся берега с множеством неглубоких бухт (рис. 3.1.2). На глубине бровки шельфа с охотской стороны острова плановый рисунок рельефа становится расчлененным, как и на остальных крупных островах Курильской гряды.

⁸ При подготовке данного раздела диссертации использована следующая публикация, выполненная автором в соавторстве:

Кузнецов М.А., Рычагов Г.И. Структурная приуроченность берегов острова Итуруп (Курильские острова) // VIII Шукинские чтения: рельеф и природопользование. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. МГУ имени М.В. Ломоносова, геогр. ф-т, каф. геоморфологии и палеогеографии / Под ред. Е.Н. Бадюкова, В.Р. Беляев, Ю.Р. Беляев и др. М. 2020. С. 673–679.



Рисунок 3.1.1. Геологический разрез через переходную зону на широте о. Итуруп (Ермаков, 1997). 1 – океанская мантия; 2 – океанская кора; 3 – преобразованная (океанизированная) континентальная кора; 4 – базальтовый слой континентальной коры; 5 – гранитный слой; 6 – складчатый комплекс позднего мела-палеогена; 7 – формация «зеленых туфов»; 8 – позднекайнозойские осадочные породы впадины; 9 – осадки океанского дна; 10 – интрузии складчатого комплекса; 11 – интрузии – комагматы зеленых туфов; 12 – подводные каналы вулканов, силлы; 13 – вулканы; 14 – разломы; 15 – сейсмофокальная зона; 16 – первичный край континентальной коры. Цифры на разрезе – скорости продольных сейсмических волн в км/с. Превышение горизонтального м-ба над вертикальным в 10 раз

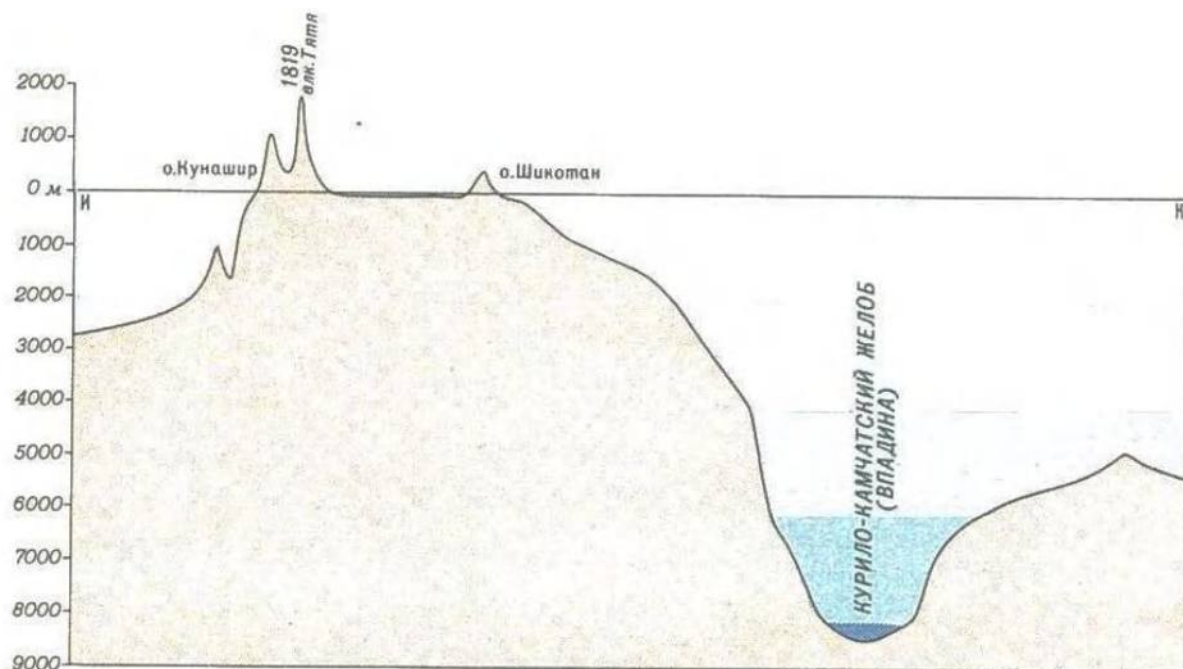


Рисунок 3.1.2. Топографический профиль переходной зоны на широте о-вов Кунашир и Шикотан (Атлас Сахалинской области, 1967)

Малые Курильские острова, особенно о. Шикотан, имеют сильную расчлененность рельефа охотоморского и тихоокеанского побережий (за исключением о. Зелёного), при этом охотское побережье о. Шикотан имеет менее

сложную форму в плане, нежели тихоокеанское, открытое круглогодичному волнению. К юго-востоку от Малой Курильской гряды располагается Курило-Камчатский желоб, являющийся местом зарождения землетрясений и цунами, тихоокеанская сторона острова значительно более сейсмически раздроблена. Разломы и трещины активнее осваиваются абразией, что приводит к дополнительному расчленению территории (*прил. 1*).

Не менее существенным структурообразующим фактором, нашедшим отражение в рельефе островов, является дизъюнктивная (блоковая) тектоника (структуры второго порядка внутри структур Большекурильского и Малокурильского блоковых поднятий), проявившаяся в перемещении блоков по многочисленным разломам, главным образом северо-восточного и северо-западного простираний (Кузнецов, Рычагов, 2020) (*см. рис. 2.1.1.1*).

Для объяснения существенных разночтений в высотах террасовых уровней автором использована методика структурно-геоморфологического анализа Южных Курильских островов. Первоначально она была опробована на вулканическом острове в области современного оледенения (о. Десепшен, Антарктический регион, (Dunaev, Bryantseva, Kuznetsov, 2021)), затем для острова Уруп были выделены блоки разного порядка. Площади, занимаемые территориями до высот 10 м над уровнем моря крайне малы, лишь небольшие фрагменты побережья находятся в условиях около нулевых градиентов и опускания. Это указывает на то, что вся территория островов находится в активной фазе тектонического подъема. Об этом свидетельствует повсеместное положение разновысотных древних морских уровней террас. Однако, даже в пределах одновозрастного террасового уровня, например, 25-40 м или 100-120 м, существуют большие перепады высот тыловых швов из-за проявлений клавишной тектоники.

На западном побережье к опущенным (или к отстающим в поднятии) блокам приурочены 11 крупных заливов и бухт, на восточном – 8. Расчленённость охотоморского берега островов обусловлена выдающимися в море вулканотектоническими поднятиями (блоками) полуостровов. Поднятые блоки, такие как, например, Южно-Итурупский, Рогачёва, Богатырский, Сибеторский, Отрадненский, Островной (Кунашир), Пржевальского, Чирип, Медвежий (Итуруп) (Государственная..., 2002) характеризуются высокими, крутыми абразионными

берегами, выработанными в эффузивах (рис. 3.1.3). Блоки Полонского, Зеленовский и Юрьевский морфологически представляют собой группу Малых Курильских островов, выступающих над уровнем моря на высоту 20-40 м, плоских, выровненных процессами абразии (Государственная..., 2008).

К опущенным блокам, например, Серноводскому (Кунашир), Куйбышевскому, Благодатненскому, Ветровскому (Итуруп) (Государственная..., 2002) приурочены сниженные, пологие аккумулятивные берега, выработанные преимущественно в рыхлых отложениях (Кузнецов, Рычагов, 2020) (рис. 3.1.4).



Рисунок 3.1.3. Высокие и крутые абразионные берега в районе мыса Рогачёва, о. Кунашир (фото автора)



Рисунок 3.1.4. Аккумулятивные берега (на переднем плане) в районе Благодатненского блока, о. Итуруп (фото автора)

3.2. Морфология берегов⁹

Большая часть берегов островов имеют абразионный и абразионно-денудационный облик с чередованием различных по морфологии и динамике участков. Это обусловлено тем, что практически вся территория Южных Курил испытывает тектоническое поднятие (см. подглаву 2.1.2.), о чём свидетельствуют такие геоморфологические признаки, как разновысотность одновозрастных аккумулятивных и абразионных террас в разных частях островов, а также наличие

⁹ При подготовке данного раздела диссертации использованы следующие публикации, выполненные автором лично или в соавторстве, в которых, согласно положению о присуждении учёных степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования; а также в иных изданиях:

Кузнецов М.А. Берега острова Итуруп: морфология, динамика, прогноз развития // Геоморфология. — 2021. — Т. 52, № 1. — С. 51–60. DOI: 10.31857/S0435428121010089.

Кузнецов М.А. Геоморфологические типы берегов острова Шикотан (Южные Курильские острова) // Естественные и технические науки. — 2024. — № 10 (197). — С. 131–138. DOI: 10.25633/ETN.2024.10.11.

Кузнецов М.А., Большов С.И. Геоморфологические типы берегов острова Уруп (Южные Курильские острова) // Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. 2023. № 1 (78). С. 166–177. DOI: 10.37724/RU.2023.78.1.016.

Кузнецов М.А., Едемский Д.Е. Геолого-геоморфологическое строение побережья центральной части залива Касатка (о. Итуруп, Южные Курильские острова) // Процессы в геосредах. — 2020. — № 3 (25). — С. 803–813.

Кузнецов М.А. Морфодинамика берегов острова Итуруп (Южные Курильские острова) // Труды IX Международной научно-практической конференции Морские исследования и образование (MARESEDU-2020) Том III (III): [сборник]. — Т. 3. — ООО ПолиПРЕСС Тверь, 2020. — С. 123–126.

окатанных обломков разной размерности (вплоть до валунов) и волноприбойных ниш, находящихся выше уровня современного волнового воздействия (Кузнецов, 2021).

В пределах островов автором выделено пять основных морфолитогенетических типов берегов (*прил. 4*): абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике; абразионные ступенчатые берега с крутыми склонами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике; низменные абразионные берега без клифов, с вышедшими за пределы современного волнового воздействия бенчами, выработанные в эффузивах; абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике; аккумулятивные берега с полнопрофильными галечно-песчаными пляжами; в отдельный тип выделяются техногенные берега. В основу выделения типов берегов положена морфогенетическая классификация (Ионин, Каплин, Медведев, 1961). В силу того, что данная классификация разработана для берегов Мирового океана, для работы в крупном масштабе берегов вулканических островов автором добавлен литологический признак, позволяющий более детально классифицировать участки берегов. Литологический признак особенно важен на крупном масштабе исследования, поскольку он непосредственно влияет и на морфологические особенности берегов и, что особенно важно, на их современную динамику. Распределение типов берегов по их протяжённости по островам показано в *табл. 3.2.1* и на *рис. 3.2.1*.

Таблица 3.2.1. Протяжённость морфолитогенетических типов берегов Южных Курил

Остров	Типы, подтипы и разновидности берегов	Длина (км)	Доля (%)
Острова Большой Курильской гряды			
Кунашир	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	57,3	15,8
	<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>	23,6	41,1
	<i>1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами</i>	11,0	46,8
	<i>1.1.2. С широкими надводными и подводными бенчами</i>	12,6	53,2
	<i>1.2. Выработанные в рыхлой и слабосцементированной пирокластике</i>	33,7	58,9
	2. Абразионные ступенчатые берега с крутыми склонами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике	8,4	2,3

	3. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике	130,6	36,0	
	<i>3.1. Бронированные обвально-осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой</i>	117,2	89,8	
	<i>3.2. Бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием</i>	13,4	10,2	
	4. Аккумулятивные берега с полнопрофильными галечно-песчаными пляжами	163,6	45,0	
	<i>4.1. С песчаными пляжами</i>	149,7	91,5	
	<i>4.2. С галечными пляжами</i>	13,9	8,5	
	Техногенные берега	3,2	0,9	
	Всего:	363,4	100	
Итуруп	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	207,8	30,2	
	<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>	176,9	85,1	
	<i>1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами</i>	63,1	35,7	
	<i>1.1.2. С широкими надводными и подводными бенчами</i>	113,8	64,3	
	<i>1.2. Выработанные в рыхлой и слабосцементированной пирокластике</i>	30,9	14,9	
	2. Абразионные ступенчатые берега с крутыми склонами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике	55,4	8,1	
	3. Низменные абразионные берега без клифов, с вышедшими за пределы современного волнового воздействия бенчами, выработанные в эффузивах	2,3	0,3	
	4. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике	312,9	45,4	
	<i>4.1. Бронированные обвально-осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой</i>	245,8	78,6	
	<i>4.2. Бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием</i>	67,1	21,4	
	5. Аккумулятивные берега с полнопрофильными галечно-песчаными пляжами	104,7	15,2	
	<i>5.1. С песчаными пляжами</i>	100,5	96,0	
	<i>5.2. С галечными пляжами</i>	4,2	4,0	
	Техногенные берега	5,2	0,8	
		Всего:	688,3	100
	Уруп	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	76,7	22,7
		<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>	67,2	87,6
<i>1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами</i>		19,0	28,3	
<i>1.1.2. С широкими надводными и подводными бенчами</i>		48,2	71,7	
<i>1.2. Выработанные в рыхлой и слабосцементированной пирокластике</i>		9,5	12,4	
2. Абразионные ступенчатые берега с крутыми склонами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике		13,8	4,1	
3. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике		155,4	45,9	
<i>3.1. Бронированные обвально-осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой</i>		142,9	91,9	
<i>3.2. Бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием</i>		12,5	8,1	
4. Аккумулятивные берега с полнопрофильными галечно-песчаными пляжами		91,8	27,1	
<i>4.1. С песчаными пляжами</i>		77,0	83,9	
<i>4.2. С галечными пляжами</i>		14,8	16,1	
Техногенные берега		0,9	0,3	
		Всего:	338,6	100

Чирпой	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	16,1	61,1
	<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>	15,6	96,8
	1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами	13,7	88,1
	1.1.2. С широкими надводными и подводными бенчами	1,9	11,9
	<i>1.2. Выработанные в рыхлой и слабосцементированной пирокластике</i>	0,5	3,2
	2. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике	8,3	31,6
	<i>2.1. Бронированные обвалью-осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой</i>	7,1	85,2
	<i>2.2. Бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием</i>	1,2	14,8
	3. Аккумулятивные берега с полнопрофильными галечно-песчаными пляжами	1,9	7,3
	3.1. С песчаными пляжами	1,5	76,1
3.2. С галечными пляжами	0,4	23,9	
	Всего:	26,3	100
Брат-Чирпов	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	11,3	52,1
	<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>	11,3	100,0
	1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами	10,5	92,5
	1.1.2. С широкими надводными и подводными бенчами	0,8	7,5
	2. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике	10,3	47,9
	<i>2.1. Бронированные обвалью-осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой</i>	4,4	42,8
	<i>2.2. Бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием</i>	5,9	57,2
		Всего:	21,6
Остров Броутона	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	3,9	30,1
	<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>	3,9	100,0
	1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами	3,9	100,0
	2. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике	9,1	69,9
	<i>2.1. Бронированные обвалью-осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой</i>	4,9	53,9
	<i>2.2. Бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием</i>	4,2	46,1
		Всего:	13,0
Острова Малой Курильской гряды			
Шикотан	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	93,6	48,8
	<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>	93,6	100,0
	1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами	33,3	35,6
	1.1.2. С широкими надводными и подводными бенчами	60,3	64,4
	2. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике	76,9	40,1
	<i>2.1. Бронированные обвалью-осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой</i>	37,8	49,2
	<i>2.2. Бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием</i>	39,1	50,8
	3. Аккумулятивные берега с полнопрофильными галечно-песчаными пляжами	15,8	8,3
	3.1. С песчаными пляжами	14,5	91,9
	3.2. С галечными пляжами	1,3	8,1
	Техногенные берега	5,6	2,9
		Всего:	191,9
Полонского	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	5,0	23,3
	<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>	5,0	100,0
	1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами	1,4	27,1
	1.1.2. С широкими надводными и подводными бенчами	3,6	72,9

	2. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике	6,8	31,6
	<i>2.1. Бронированные обвальными-осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой</i>	6,0	88,5
	<i>2.2. Бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием</i>	0,8	11,5
	3. Аккумулятивные берега с полнопрофильными галечно-песчаными пляжами	9,7	45,0
	<i>3.1. С песчаными пляжами</i>	8,9	92,1
	<i>3.2. С галечными пляжами</i>	0,8	7,9
	Всего:	21,5	100
Осколки	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	6,4	100
	<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>	6,4	100
	<i>1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами</i>	6,4	100
Зелёный	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	12,2	29,7
	<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>	9,9	81,3
	<i>1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами</i>	4,3	43,7
	<i>1.1.2. С широкими надводными и подводными бенчами</i>	5,6	56,3
	<i>1.2. Выработанные в рыхлой и слабосцементированной пирокластике</i>	2,3	18,7
	2. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике	9,3	22,7
	<i>2.1. Бронированные обвальными-осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой</i>	8,3	89,1
	<i>2.2. Бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием</i>	1,0	10,9
	3. Аккумулятивные берега с полнопрофильными галечно-песчаными пляжами	19,4	47,5
	<i>3.1. С песчаными пляжами</i>	19,2	98,9
	<i>3.2. С галечными пляжами</i>	0,2	1,1
	Всего:	40,9	100
Дёмина	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	6,3	79,9
	<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>	6,3	100,0
	<i>1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами</i>	3,5	55,7
	<i>1.1.2. С широкими надводными и подводными бенчами</i>	2,8	44,3
	2. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике	1,6	20,1
	<i>2.1. Бронированные обвальными-осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой</i>	0,3	16,3
	<i>2.2. Бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием</i>	1,3	83,7
	Всего:	7,9	100
Юрий	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	18,7	56,4
	<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>	18,7	100,0
	<i>1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами</i>	1,9	10,1
	<i>1.1.2. С широкими надводными и подводными бенчами</i>	16,8	89,9
	2. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике	10,0	30,3
	<i>2.1. Бронированные обвальными-осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой</i>	8,2	82,4
	<i>2.2. Бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием</i>	1,8	17,6
	3. Аккумулятивные берега с полнопрофильными галечно-песчаными пляжами	4,4	13,4
	<i>3.1. С песчаными пляжами</i>	4,2	95,4
	<i>3.2. С галечными пляжами</i>	0,2	4,6
	Всего:	33,1	100

Анучина	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	9,3	84,0	
	<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>	9,3	100,0	
	1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами	3,4	36,9	
	1.1.2. С широкими надводными и подводными бенчами	5,9	63,1	
	2. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике	1,8	16,0	
	<i>2.1. Бронированные обвальными осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой</i>	1,4	76,9	
	<i>2.2. Бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием</i>	0,4	23,1	
	Всего:	11,1	100	
Танфильева	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	10,2	33,1	
	<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>	9,8	95,8	
	1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами	3,1	31,6	
	1.1.2. С широкими надводными и подводными бенчами	6,7	68,4	
	<i>1.2. Выработанные в рыхлой и слабосцементированной пирокластике</i>	0,4	4,2	
	2. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике	12,1	39,0	
	<i>2.1. Бронированные обвальными осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой</i>	10,5	87,4	
	<i>2.2. Бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием</i>	1,5	12,6	
	3. Аккумулятивные берега с полнопрофильными галечно-песчаными пляжами	8,6	27,8	
	<i>3.1. С песчаными пляжами</i>	8,0	93,6	
	<i>3.2. С галечными пляжами</i>	0,6	6,4	
		Всего:	30,9	100
	Острова банки Опасной (Сторожевой, Рифовый, Сигнальный)	1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике	1,4	75,7
<i>1.1. Выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике</i>		1,4	100,0	
1.1.1. С узкими надводными и подводными бенчами		0,4	32,1	
1.1.2. С широкими надводными и подводными бенчами		1,0	67,9	
2. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике		0,4	24,3	
<i>2.1. Бронированные обвальными осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой</i>		0,4	100,0	
		Всего:	1,8	100
Итого (по всем островам):		1796,7	100	



Рисунок 3.2.1. Распределение типов берегов по их протяжённости по островам Большой и Малой гряды

1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и пирокластике являются одним из 3 наиболее распространённых типов берега (30% всех берегов Южных Курил), занимающим на крупнейших островах Большой гряды от 15,8% на Кунашире до 30,2% на Итурупе протяжённости береговой линии. На островах – вулканах Большой гряды занимают от 30,1% на о-ве Броутона до 61,1% на Чирпое и на Малых Курильских островах от 23,3% (о. Полонского) до 100% на островах Осколки. Тип берега развит на мысах охотоморской и тихоокеанской сторон островов у склонов вулканов, выходящих в береговую зону. Участки с данным типом берега имеют в плане сложные очертания (рис. 3.2.2).



Рисунок 3.2.2. Абразионный берег в эффузивах к западу от мыса Докучаева (север о. Кунашира, охотская сторона) Источник: Google Earth

При сравнении длин береговых линий охотской и тихоокеанской сторон островов заметно практически повсеместное (за исключением островов Полонского и Демина Малой гряды и о-ва Брат-Чирпоев) увеличение долей распространения данного типа берега на тихоокеанской стороне «малых» островов. Для крупных островов характерна обратная ситуация – увеличение долей распространения на охотоморской стороне (рис. 3.2.3 а и б).

Вероятно, это может быть связано с высокой длительностью и непрерывностью процесса абразии (млн лет). На островах – вулканах Чёрные Братья, Броутона и на крупнейших островах Большой гряды – в настоящее время и в недавнем прошлом происходили извержения с поступлением большого количества эффузивов андезито-базальтового, андезитового состава и пироклаستيку в береговую зону (как со стороны Тихого океана, так и с охотоморской стороны), с превращением берегов в первичные и началом нового цикла абразионного процесса. Этот тип берега постепенно замещается во многих случаях на абразионно-денудационные (в силу повышенной вязкости лав, explosивно-эффузивных извержений стратовулканов, большого количества пироклаستيку), в отличие от клифов тихоокеанской стороны Малых Курильских островов, сложенных древними базальтовыми и андезито-базальтовыми породами и испытывающих постоянное воздействие тихоокеанского волнения.



Рисунок 3.2.3. Распределение типов берегов относительно акваторий: а) Охотоморской, б) Тихоокеанской

Среди берегов этого типа можно выделить 2 подтипа в зависимости от их геологического строения.

1.1. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике. Занимают 25,5% всех берегов Южных Курил. Автором выделено 2 морфологических разновидности этого подтипа.

1.1.1. Берега с узкими надводными и подводными бенчами. Составляют 10% всех берегов Южных Курил. Наблюдаются у подножий склонов вулканов, выходящих в береговую зону. На крупных островах Большой гряды занимают от 28,3% (на Уруп) до 46,8% (на Кунашире) от всех берегов этого подтипа. На островах – вулканах Большой гряды практически полностью доминируют в подтипе – от 88,1% на Чирпое до 100% на о. Броутона. На островах Малой гряды составляют от 10,1% на о. Юрий до 55,7% (о. Демина) от протяженности берегов подтипа. Исключение – острова Осколки, берега которых полностью представлены этой разновидностью берегов (рис. 3.2.4).

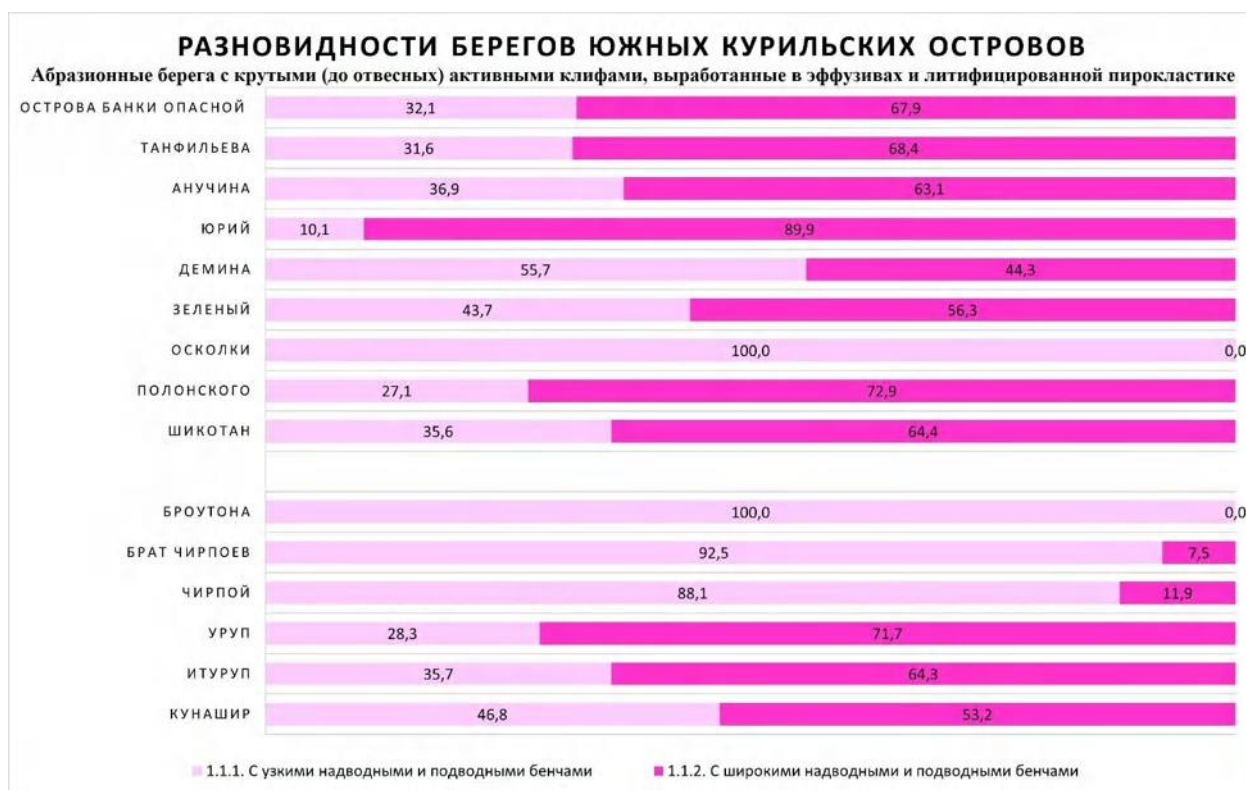


Рисунок 3.2.4. Распределение разновидностей абразионных берегов 1 подтипа на Южно-Курильских островах

Наиболее широкое развитие получили у подножий вулканов Тятя, Руруй и Головнина (Кунашир), Ивана Грозного, Баранского (Итуруп), Шабалина, Шар, Рудакова (Уруп), в районе северо-западного фаса п-ова Край Света (Шикотан), встречаются на многих мысах (прил. 4). Этот берег имеет наиболее характерное строение в точке ИТ-20 (западный берег п-ова Чирип (Итуруп), см. рис. 1). Здесь в отвесном абразионном уступе высотой 25-30 м вскрываются сверху-вниз (рис. 3.2.5, 3.2.6):

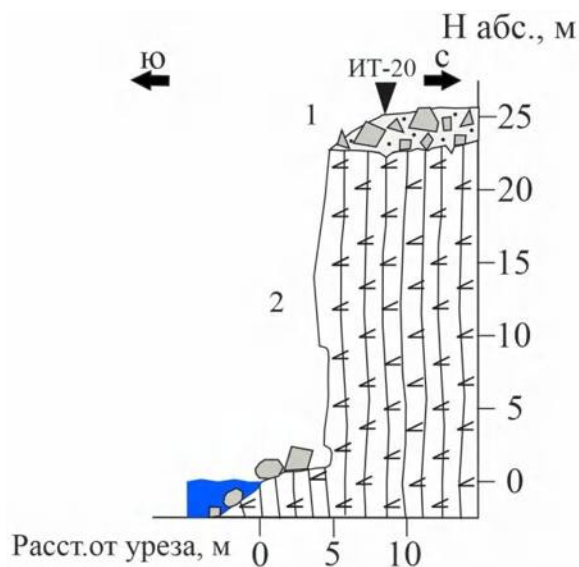


Рисунок 3.2.5. Геолого-геоморфологическое строение абразионного берега в лавах с отвесным клифом и узким бенчем (точка ИТ-20)

базальтовая лава серого цвета. Видимая мощность слоя около 20-25 м. По геологической карте возраст этих лав позднеплейстоценовый (см. прил. 1).

Литология		Прочие обозначения	
	Песок		Точки описаний и их номера
	Древна/гравий		Шурф
	Щебень/галечка		Столчатые отдельности в эффузивах
	Глыбы		Погребённые почвы
	Валуны		Пляжник
	Туфы среднего и основного состава		Водная поверхность
	Вулк. породы: а) андезиты б) андезибазальты в) базальты		Хоз. постройки: а) причал б) здание
Масштабы: горизонтальный и вертикальный 1:1 (для всех профилей, кроме рис. 3.2.24)			Стратиграфич. границы: а) достоверные б) вероятные

Рисунок 3.2.6. Условные обозначения ко всем геолого-геоморфологическим профилям берегов

1. Несортированные, уплотнённые щебнисто-глыбовые отложения с песчаным заполнителем коричневого цвета. Максимальная мощность слоя около 2 м. Это пролювиально-пирокластический материал, который по геологическим данным имеет позднеплейстоцен-голоценовый возраст (см. прил. 2). Местами из-под него выступают глыбы нижележащего слоя, контакт с которым чёткий, неровный.

2. Крупно-столбчатая андези-базальтовая лава серого цвета. Видимая мощность слоя около 20-25 м. По геологической карте возраст этих лав позднеплейстоценовый (см. прил. 1).

У основания клифа наблюдается узкий бенч (шириной до 5 м), состоящий из валунно-глыбового материала. В ряде мест у основания клифа наблюдаются гравийно-галечные «карманные» прислонённые пляжи шириной до 10 м, расположенные по трещинам в лавах. Местами в основании клифа образовались неглубокие (до 1-2 м),

разновысотные (от 2-3 до 8-9 м абс.) волноприбойные ниши. Облик этого берега представлен на *рис. 3.2.7*.



Рисунок 3.2.7. Абразионный берег в лавах с отвесным клифом. Западный берег п-ова Чирип (точка ИТ-20, фото автора)

1.1.2. Берега с широкими надводными и подводными бенчами. Занимают 15,5% всех берегов Южных Курил. Практически на всех островах Южных Курил эта разновидность берегов является более распространенной (за исключением о. Дёмина, Осколков, Броутона, Чирпоя и Брата-Чирпоева), см. *рис. 3.2.1*. Она широко развита на мысах тихоокеанского побережья (м. Медведь, м. Ремонтный, м. Рифовый (Кунашир), к северу от мыса Непокорный и к югу от п-ва Краб (Шикотан), на тихоокеанском побережье п-ова Кастрикум (Уруп), встречаются и на мысах охотского побережья – Пржевальского, Одесском (Итуруп), Предчувствия, Отливной, Островной (Уруп), где он имеет наиболее характерное строение (*рис. 3.2.8*, см. *прил. 4*).

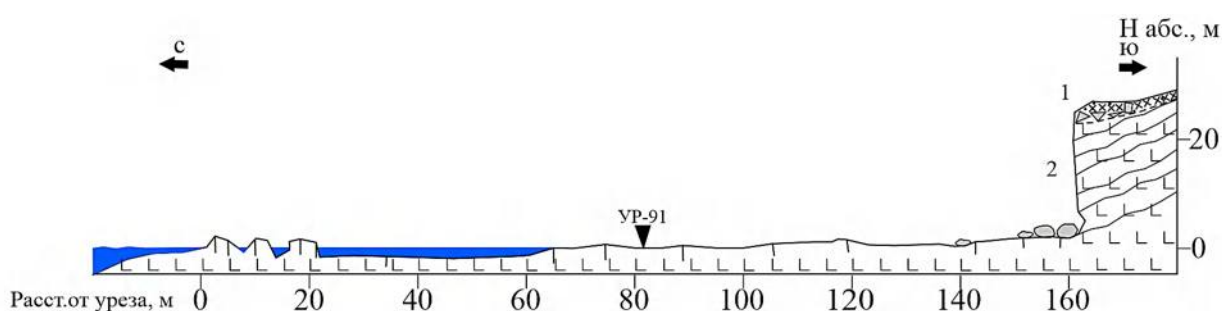


Рисунок 3.2.8. Геолого-геоморфологическое строение абразионного берега в лавах с широким бенчем (мыс Островной, залив Наталии, точка УР-91)

Здесь в субвертикальном абразионном уступе (точка УР-91, см. *рис. 1.3.1* и *3.2.8*) высотой до 25-30 м вскрываются (сверху-вниз):

1. Несортированные, уплотнённые щебнисто-глыбовые отложения с песчано-суглинистым заполнителем коричневого цвета. Мощность толщи 5-7 м. Контакт с

нижележащим слоем чёткий, резкий. Судя по составу отложений и характеру их залегания, – это пирокластический чехол с погребёнными почвами позднелепистоцен-голоценового возраста (см. прил. 2).

2. Тёмно-серые лавы базальтового состава различной степени выветрелости. Видимая мощность около 30 м. На геологической карте возраст этих лав обозначен как миоцен-плиоценовый (см. прил. 1).

У основания клифа наблюдаются прислонённые галечные пляжи шириной до 5 м и, местами, валунно-глыбовая отмостка шириной до 10 м. В ряде мест в нижней части клифа наблюдаются волноприбойные ниши высотой до 15 м над современным урезом (свидетельство тектонического поднятия территории, рис. 3.2.9).

Абразионный уступ опирается на широкий (до 160 м) практически голый надводный бенч, в мористой части грядовой. По его дистальному краю расположена серия небольших кекуров. (Кузнецов, Болысов, 2023) Внешний облик описываемого берега представлен на рис. 3.2.10.



Рисунок 3.2.9. Древняя волноприбойная ниша (верхняя граница показана красной линией) на мысе Одесский, Итуруп (фото автора)



Рисунок 3.2.10. Абразионный берег в эффузивах с примыкающим широким скальным бенчем на мысе Островной (фото автора)

Распределение двух вышеперечисленных разновидностей по сторонам островов представлено на рис. 3.2.11 а, б.



Рисунок 3.2.11. Распределение разновидностей абразионных берегов 1 подтипа относительно акваторий: а) Охотоморской, б) Тихоокеанской

На крупных островах Большой гряды и островах Малой гряды наблюдается преобладание абразионных берегов с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанных в эффузивах и литифицированной пирокластике с широкими

надводными и подводными бенчами над берегами с узкими бенчами как с тихоокеанской, так и с охотоморской стороны островов (за исключением о-вов Кунашир, Шикотан (сбросовые берега), Зеленый, Демина и Осколков). Это связано с высокой длительностью и непрерывностью процесса абразии (млн лет). На островах – вулканах Чёрные Братья, Броутона – в настоящее время и в недавнем прошлом – происходили извержения с поступлением большого количества лав в береговую зону, с превращением берегов в первичные и началом абразионного процесса.

1.2. Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в рыхлой пирокластике, занимают 4,3% всех берегов Южных Курил. Наибольшее распространение имеют на Кунашире (около 9%), 5,6% на Зеленом, 4,5% на Итурупе, до 3% на Урупе и Чирпое, на остальных Южно-Курильских островах не обнаружены. Приурочены к перешейку Дозорному, Рока, Ветровому (Итуруп), сложенным пирокластическими отложениями, а также к выходам в береговую зону обширных по площади конусов выноса лахаровых и пирокластических отложений вулканов Атсонупури, Богдан Хмельницкий, Мачеха, Камуй (Итуруп), Менделеева, Головнина, Тяти (Кунашир), Берга, Три Сестры и Антипина (Уруп). В заливе Простор (Итуруп) протяженность участка такого берега «Белых скал» составляет 6 км, на Кунашире участок «Головнинского клифа» имеет длину более 15 км (см. прил. 4).

Строение этого берега, описанного в точке КУ-88 в районе Головнинского клифа, о. Кунашир (см. рис. 1.3.1), показано на рис. 3.2.12.

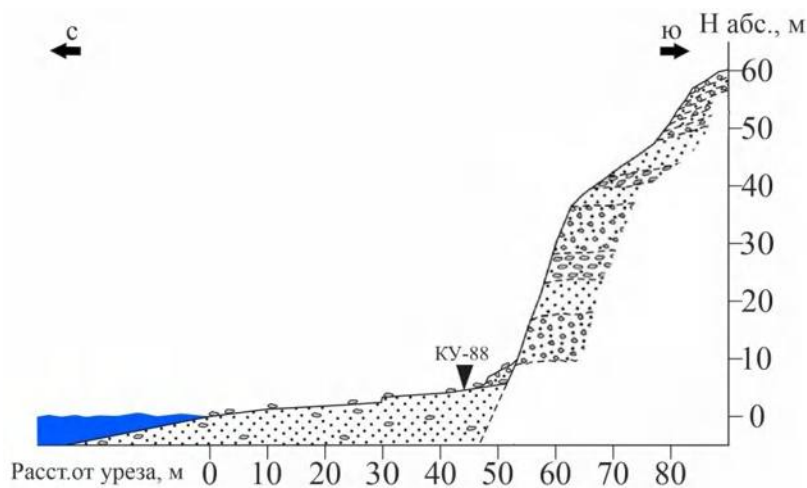


Рисунок 3.2.12. Геолого-геоморфологическое строение абразионного берега с отвесным клифом в пирокластических отложениях (точка КУ-88)

Почти отвесный клиф от бровки до основания сложен слабосцементированными, слоистыми пирокластическими отложениями от серо-белого до жёлтого и оранжевого цвета, галечно-гравийной размерности, переслаивающимися с грубозернистым и крупнозернистым песком. Максимальная высота клифа в точке описания около 60 м (есть участки с клифом высотой до 100 м). В основании клифа наблюдаются коллювиальные шлейфы, ширина которых достигает 10 м, высота – 5 м. Уступ густо расчленён оврагами, территория напоминает бедленд. Возраст пирокластике – позднеплейстоценовый (см. прил. 1).

Спецификой этого подтипа берега являются прислонённые галечно-песчаные пляжи шириной до 50 м и высотой до 3 м, не защищающие клифы от штормового заплеска. В тыловой части они перекрыты чехлом склоновых отложений. Внешний облик этого берега представлен на рис. 3.2.13.



Рисунок 3.2.13. Абразионный берег в районе Головнинского клифа (о. Кунашир) с прислонённым пляжем (точка КУ-88, фото автора)

Это наиболее выровненные участки береговой линии островов. Берега этого подтипа в районах выходов конусов выноса пролювиальных и пирокластических отложений в плане имеют вид полого-выпуклых дуг большого радиуса. В ряде мест на таких конусах наблюдаются отмершие уступы размыва, маркирующие неоднократность сходов селевых и пирокластических потоков (рис. 3.2.14).

Рисунок 3.2.14. Плановое изображение абразионного берега в пирокластических отложениях на северо-востоке о. Итуруп. Источник: Google Earth. Линиями обозначены разновозрастные уступы размыва



Данный подтип берега развит в основном на охотоморской стороне островов в силу более активного вулканического режима западных частей островов Большой

гряды и менее интенсивной волновой переработки относительно тихоокеанской акватории.

2. Абразионные ступенчатые берега с крутыми склонами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике (4,3% от протяженности всех берегов Южных Курил). Встречаются на крупнейших Южно-Курильских островах – Итуруп (8,1%), Кунашире (2,3%) и Уруп (4,1%, см. рис. 3.2.1) у подножий некоторых вулканов, выходящих в береговую зону. Особенно широко участки такого берега представлены у западного подножья хребта Докучева в районе вулкана Руруй (охотоморская сторона), на океанской стороне п-ова Ловцова, у мысов Петрова, Столбчатый (Кунашир), мысов Ван-дер-Линд, Островном, Остром (Уруп) (см. прил. 4). Наиболее характерное строение этот тип берега имеет в точке УР-25 (см. рис. 1.3.1). Здесь, на юге мыса Острого (северо-восток о-ва Уруп), в рельефе наблюдается серия небольших абразионных террас (рис. 3.2.15 и 3.2.16).



Рисунок 3.2.15. Разновысотные абразионные террасовые уровни мыса Острый, о. Уруп (фото автора)

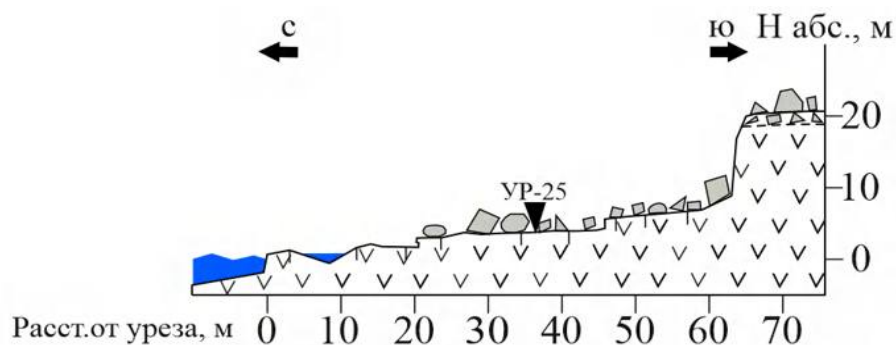


Рисунок 3.2.16. Геолого-геоморфологическое строение ступенчатого абразионного берега (точка УР-25)

Берег представляют собой лестницу из 3 абразионных террас. Нижняя (современная) абразионная терраса высотой до 1 м, шириной до 20 м примыкает к клифу относительной высотой до 1 м, в основании которого наблюдается неглубокая

волноприбойная ниша. Площадка второй абразионной террасы шириной до 25 м, абсолютной высотой до 4 м, примыкает к палеоклифу относительной высотой до 1 м. Третья абразионная терраса (абсолютная высота около 7 м) представлена площадкой шириной до 15 м (местами до 30 м), упирается в отвесный палеоклиф относительной высотой 10 м.

В обнажении верхнего палеоклифа (точка УР-75) вскрываются (сверху-вниз):

1. Несортированные, уплотнённые щебнисто-глыбовые отложения с песчаным заполнителем коричневого цвета. Мощность слоя 2-3 м. Местами из-под чехла выступают нижележащие скальные породы эффузивов. Контакт с нижележащим слоем чёткий, резкий. Это склоновый чехол, сложенный пирокластическим материалом позднеголоценового возраста (см. *прил. 2*).

2. Трещиноватые андезитовые лавы коричнево-серого цвета, различной степени выветрелости. Они слагают древние и современный клифы, абразионные террасы и выступают в виде абразионных останцов на подводном бенче. Видимая мощность около 10 м. По данным геологической карты (см. *прил. 1*) возраст этих лав миоцен-плиоценовый.

Такой тип берега выработался в более податливых породах – сильно раздробленных эффузивах при длительном, обгоняющем соседние участки тектоническом поднятии микроблоков. Образовались несколько уровней абразионных террас. О морском генезисе террас свидетельствует наличие на их поверхностях окатанных (до 2-3 класса) валунов до 1,5 м (по длинной оси) (Кузнецов, Болысов, 2023).

Распределение данного типа берега по сторонам островов представлено на *рис. 3.2.17 а, б*.

На тихоокеанской стороне островов данный тип берега развит шире. Среди причин можно выделить длительность и практическую непрерывность процесса абразии, а также общий тектонический подъем территории и эпизодические краткие проявления клавишной тектоники – подвижки территорий при землетрясениях.

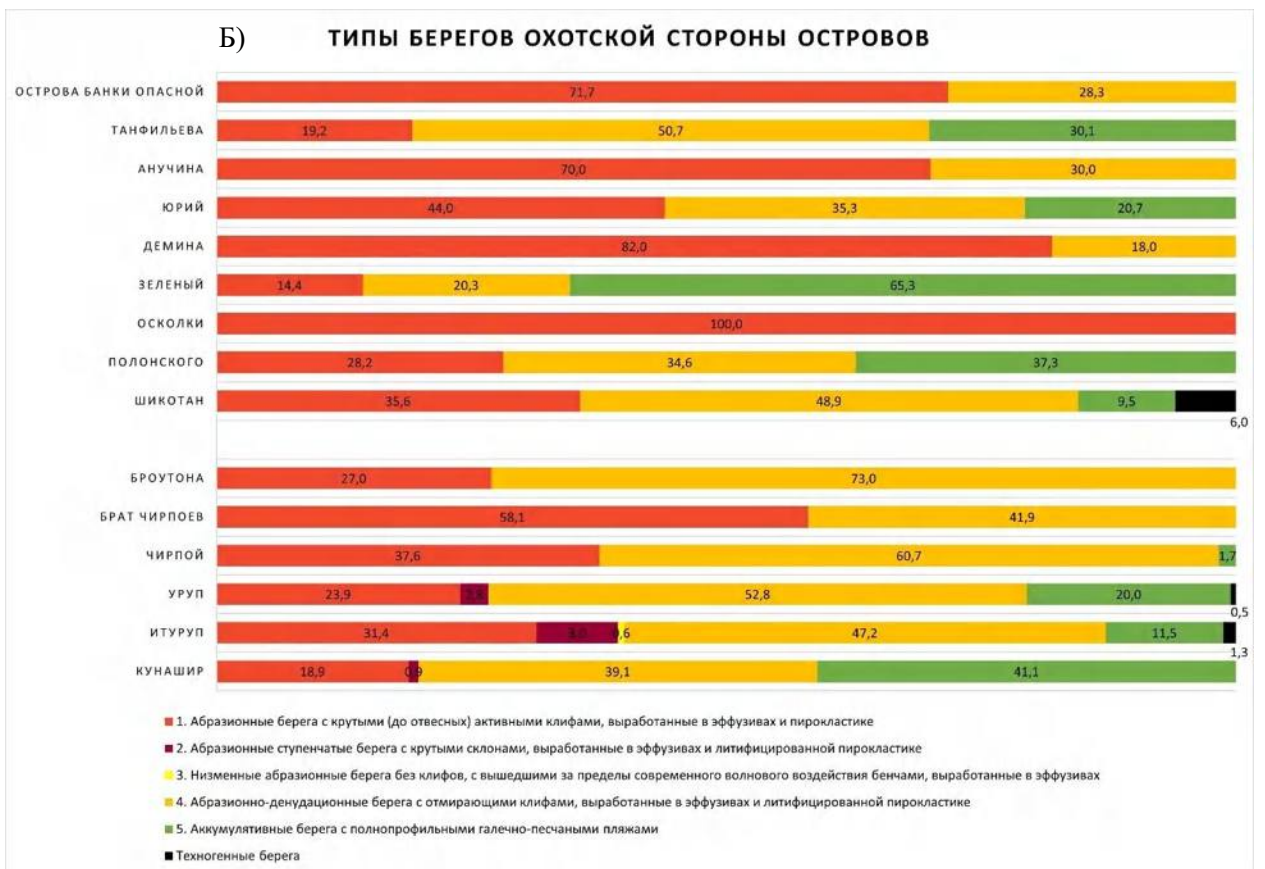


Рисунок 3.2.17. Распределение типов берегов относительно акваторий:
 а) Охотоморской, б) Тихоокеанской

3. Особый тип берегов представляют **низменные абразионные берега без клифов, с вышедшими за пределы современного волнового воздействия бенчами, выработанные в эффузивах.** Это самый редкий тип берега, обнаружен только на о. Итуруп – менее 1%, расположен на 3 участках: на южном берегу п-ова Атсонупури, к югу от мыса Одесский и на берегу мыса Китовый (к северу от г. Курильска) – самый протяжённый участок 1,4 км (Кузнецов, 2021) (см. прил. 4).

Наиболее характерное строение этот тип берега имеет в точке ИТ-65 (мыс Китовый, см. рис. 1.3.1 и рис. 3.2.18).

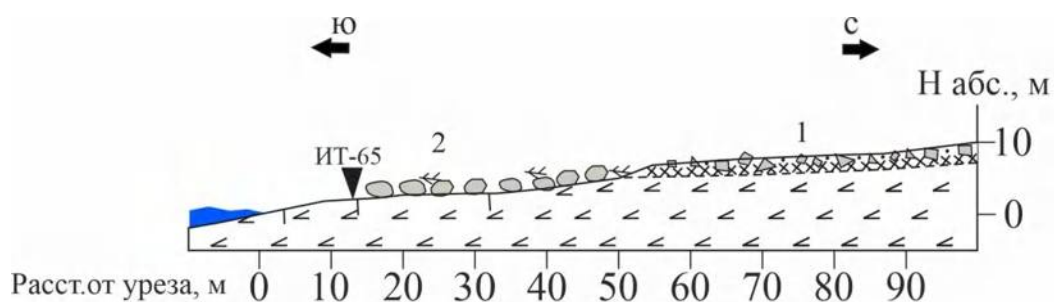


Рисунок 3.2.18. Геолого-геоморфологическое строение абразионного берега без клифа, с вышедшим за пределы современного волнового воздействия бенчем (точка ИТ-65)

1. Верхние 2-4 м представлены чередующимися гумусированными суглинками коричневого цвета и дресвяно-щебнистыми отложениями с песчаным заполнителем такого же цвета. Контакт с нижележащим слоем чёткий, неровный. Это пирокластический чехол с горизонтами погребённых почв среднеплейстоцен-голоценового возраста (см. прил. 2).

2. Трещиноватые андезибазальтовые лавы серого цвета, частично перекрытые валунно-глыбовой отмосткой. Видимая мощность слоя около 5 м. На геологической карте возраст этих лав обозначен как среднеплейстоценовый (см. прил. 1).

Клиф фактически отсутствует, по существу, этот берег представляет собой бенч, вышедший из-под влияния моря в результате тектонического поднятия, перекрытый тонким чехлом отложений (слой 1, см. рис. 3.2.18). На высоте 7 м (при удалении на 50 м от уреза) автором был обнаружен плавник. Облик этого типа берега представлен на рис. 3.2.19.



Рис. 3.2.19. Низменный абразионный берег без клифа в районе мыса Китовый, о. Итуруп (фото автора)

4. Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике (это самый распространённый тип берега на Южных Курильских островах, занимает 41,5% от всех берегов). На крупных островах Большой гряды данный тип берега распространён на 36% (Кунашир) – 45% (Итуруп и Уруп) берегов, на островах – вулканах – от 31% (Чирпой) до 70% (Броутон), на островах Малой гряды шире всего представлен на Шикотане (40%).

При сравнении длин береговых линий охотской и тихоокеанской сторон островов заметно практически повсеместное (за исключением островов Демина, Зеленый, Броутона, Брат-Чирпоев) увеличение долей распространения данного типа берега на охотской стороне островов (см. рис. 3.2.17 а и б). Подразделяется на 2 подтипа.

4.1. Берега, бронированные обвальными осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой (33% от протяжённости всех берегов). На крупных островах Большой гряды занимают от 78% (Итуруп) до 92% (Уруп) берегов этого типа, на островах – вулканах – от 43% на о. Брат-Чирпоев до 85% на о. Чирпой, на островах Малой гряды – от 77% до 100% берегов этого типа, за исключением 2 островов – Демина (16%) и Шикотана (49%), см. рис. 3.2.1.

Берега этого подтипа располагаются на фасах практически всех крупных бухт и заливов, встречаются также и на открытых побережьях: западные и восточные склоны вулкана Менделеева, западное основание хребта Докучаева (Кунашир), бухты Димитрова, Снежкова, Церковная, Дельфин (Шикотан), на Итурупе – участок берега от мыса Буревестник до мыса Отливный (11,3 км протяженности), к западу от хребта Богатырь (7 км протяженности), на Урупе – участок от мыса Тройник до

мыса Глыбистый (15 км протяженности) и др. (см. прил. 4). Этот берег выработан в эффузивах стратовулканов и мощных древних пролювиально-пирокластических толщах, насыщенных обломками глыбовой размерности.

Характерное строение этого подтипа берега автор наблюдал на восточном фесе бухты Отрадной на охотоморской стороне в северной части острова Шикотан (точка SH-37, см. рис. 1.3.1 и 3.2.20). Здесь, в крутом (от 35-40 до 50°) абразионно-денудационном уступе высотой 20-25 м вскрываются:

1) Чередующиеся гумусированные слои суглинка и дресвяно-щебнистых отложений коричневого цвета с песчаным заполнителем такого же цвета. Мощность толщи 2-3 м. Это пирокластический чехол с погребёнными почвами. Местами эта толща представлена несортированными щебнисто-глыбовыми отложениями, вероятно, пролювиального генезиса, перекрытыми пирокластическим материалом дресвяно-щебнистой размерности с песчаным заполнителем коричневого цвета. Возраст толщи голоценовый (см. прил. 1).

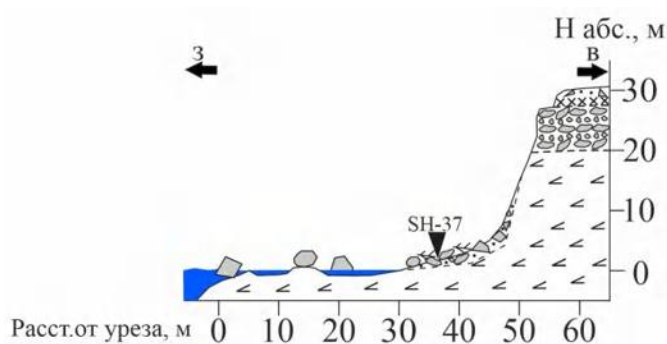


Рисунок 3.2.20. Геолого-геоморфологическое строение абразионно-денудационного берега с обвально-осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой. Бухта Отрадная, о. Шикотан (точка SH-37)

2) Конгломераты вулканогенно-осадочного происхождения, видны хорошо окатанные обломки, толща хорошо сортированная, с песчано-гравийным заполнителем коричневого цвета (по сути – цемент). По данным геологической карты (см. прил. 1), возраст толщи плиоценовый. Мощность толщи до 7 м.

3) Нижние 15-20 м уступа практически полностью перекрыты склоновым чехлом, из-под которого изредка выступают скальные андезито-базальтовые лавы серого и бурого цветов позднемелового-раннеплиоценового возраста (см. прил. 1).

У основания уступа крупнообломочный обвально-осыпной коллювий и валунно-глыбовая отмостка шириной до 15 м, с учётом видимой подводной её части – до 25-30 м. Размеры глыб до 2-3 м. Эта отмостка, образовавшаяся в результате абразии древних эффузивных толщ, слагающих клиф, принимает на себя функцию

естественной берегозащитной формы рельефа. На некоторых участках, где ширина отмостки невелика, наблюдаются прислонённые гравийно-галечные микропляжи шириной до 5 м (Кузнецов, 2024).

На поверхности клифа (на высотах 3-5 м) практически повсеместно наблюдаются штормовые подрезы, а в ряде мест – небольшие террасовидные поверхности, опывного и оползневого генезиса. Параметры этих поверхностей: ширина до 5 м, длина от 15-20 до 50 м, крутизна до 5°. Сложены они щебнисто-глыбовыми отложениями, которые впоследствии вымываются из толщи и формируют отмостку (Кузнецов, 2024).

Как правило, в устьевых частях долин временных водотоков, прорезающих абразионный уступ, наблюдаются останцы размытых пролювиальных террас. В таких местах валунно-глыбовая отмостка наиболее широкая. Внешний облик этого подтипа берега представлен на *рис. 3.2.21*.



Рис. 3.2.21. Абразионный берег с обвальными-осыпными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой. Бухта Отрадная (точка SH-37, фото автора)

Распределение берега по сторонам островов представлено на *рис. 3.2.17*. Данный подтип берега доминирует по протяженности на обеих сторонах островов (за исключением о-вов Анучина (на океанской стороне отсутствует), Дёмина (практически отсутствует с обеих сторон), Броутона и Брата-Чирпоева). Среди причин можно выделить общую широкую распространенность вулканогенных и вулканогенно-осадочных толщ с большим количеством обломочного материала крупной размерности.

4.2. Берега, бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием. Занимают 8,4% от протяженности всех берегов Южных Курил. Максимальное распространение имеют на о. Шикотан (20,4%). Причиной столь широкого распространения данной разновидности берега является произошедшее в 1994 году разрушительное землетрясение. Обычно такие берега приурочены к подножию

высоких (несколько сотен м), практически отвесных склонов вулканов (в том числе активных), бронированных в основании сейсмоколлювием.

Данный подтип берега развит у западного подножия хребта Докучаева, на п-ове Ловцова, у восточного подножия вулкана Тятя (Кунашир), на внутренних склонах кальдеры Львиная Пасть, у западного подножия вулкана Атсонупури, южных склонах вулканов Берутарубе, Ребуншири и Мачеха (Итуруп), мысам с данным подтипом берега на Урупте даны соответствующие топонимы – Обвальный, Глыбистый, Завальный и др. (см. прил. 4). Наиболее показательным для этого подтипа является участок северного мыса на полуострове Ван-дер-Линд (точка УР-49, см. рис. 1.3.1) (рис. 3.2.22).

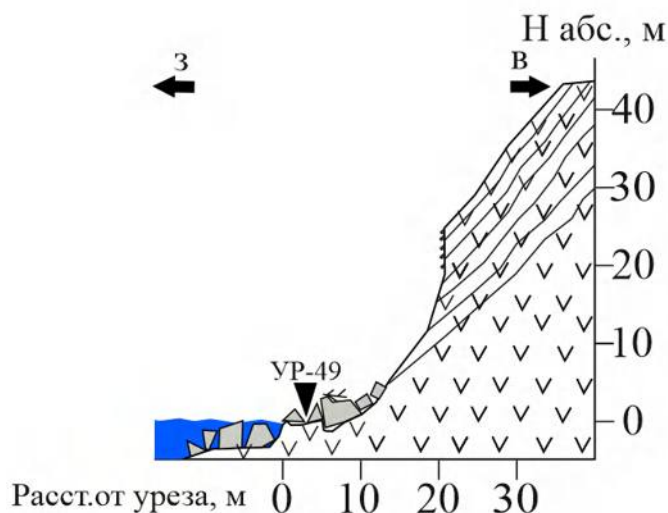


Рисунок 3.2.22. Геолого-геоморфологическое строение абразионно-денудационного берега, бронированного сейсмоколлювием. П-ов Ван-дер-Линд, о. Уруп (точка УР-49)

Сильно трещиноватые, крупностолбчатые андезитовые породы серого цвета, различной степени выветрелости, видимой мощностью около 50 м. На геологической карте возраст всей этой толщи обозначен как миоцен-плиоценовый (см. прил. 1).

В нижней части клифа развит обвальный шлейф с углами наклона 40-50°, сложенный уплотнёнными, крупноглыбовыми отложениями с дресвяно-щебнистым заполнителем тёмно-коричневого цвета. Максимальная высота шлейфа около 5 м.

Этот подтип берега уникален тем, что он практически выведен из-под влияния волновых процессов. Деформации берегового рельефа обусловлены выветрелостью пород и гравитационно-сейсмическими причинами (рис. 3.2.23).



Рисунок 3.2.23. Абразионно-денудационный берег с отмирающим клифом, выработанный в эффузивах и литифицированной пирокластике, бронированный крупноглыбовым сейсмоколлювием. Полуостров Ван-дер-Линд (точка УР-49, фото автора)

Распределение берега по сторонам островов представлено на *рис. 3.2.17*. Данный подтип берега шире представлен на тихоокеанской стороне островов Малой гряды, особенно на о-вах Анучина, Демина и Шикотан, на обеих сторонах островов – вулканов (за исключением о-ва Броутона – больше на охотской стороне) и на охотской стороне крупных островов Большой гряды (за исключением Итурупа). Причина такого хаотичного распределения – расположение вулканических построек и их останцов.

5. Аккумулятивные берега с полнопрофильными пляжами составляют 23,1% протяжённости берегов Южных Курильских островов. На крупных островах Большой гряды они занимают от 15,2% (на Итурупе) до 45% (на Кунашире), практически отсутствуют на островах – вулканах (Чирпой 7,3%), на островах Малой гряды широко развиты на низких о-вах Танфильева, Полонского и Зеленый (28%, 45% и 47% соответственно), на островах Юрий и Шикотан развиты довольно слабо (13% и 8%), на остальных островах отсутствуют.

Тип берега приурочен в основном к перешейкам, заливам и бухтам обеих акваторий островов (на Шикотане – только в кутовых частях наиболее крупных бухт), а также к открытому побережью тихоокеанской стороны островов Кунашир, Итуруп и Уруп. Берег подразделяется на 2 подтипа.

5.1. Берега с полнопрофильными песчаными пляжами. 21,4% от протяженности всех берегов. Берега данного подтипа составляют практически все берега данного типа. Располагаются на п-ове Весловский, в районе озера Алигер, оз. Песчаного, оз. Длинного, устья р. Филатова (Кунашир), в кутовых частях заливов Доброе Начало, Одесский, Куйбышевский, Курильский, Простор, Касатка, в б. Медвежья (Итуруп), б. Новокурильская, Песочная, Мажаева, Океанская (Уруп). Самый протяженный участок на тихоокеанской стороне Урупа – от мыса Хива до мыса Перевалочный (около 12 км) (см. прил. 4).

Наиболее характерное строение этот подтип берега имеет в заливе Касатка (Итуруп). Здесь автором заложен барометрический профиль в точке ИТ-28 (см. рис. 1.3.1 и 3.2.24).

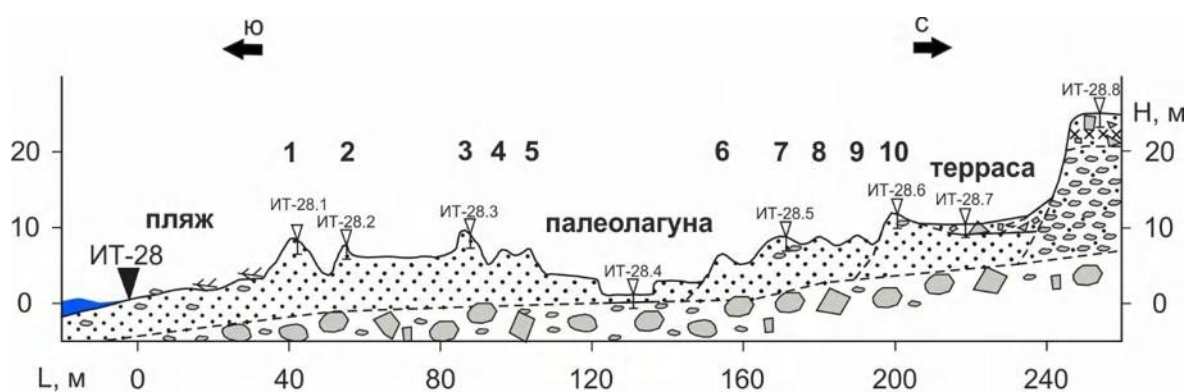


Рисунок 3.2.24. Геолого-геоморфологическое строение аккумулятивного берега и низких морских террас в заливе Касатка (точка ИТ-28, цифрами обозначены порядковые номера береговых валов)

В рельефе выражен пляж полного профиля шириной 20-30 м, высотой около 0,5 м (до 1 м), сложенный песком. Поверхность пляжа антропогенно нарушена (рис. 3.2.25).



Рисунок 3.2.25. Аккумулятивный берег с песчаным пляжем в заливе Касатка (точка ИТ-28, фото автора)

К пляжу примыкает авандюна шириной до 5 м, высотой до 0,5 м. В тыловой части она частично задернована. Местами в тыловой части пляжа обнаружен плавник (см. рис. 3.2.24). Далее по линии профиля в сторону суши развиты 2 серии береговых валов (по 5 валов в каждой), отделённых друг от друга понижением шириной 40 м (вероятно, палеолагуна). Это понижение прослеживается по всему периметру кутовой части залива. В северо-восточной части залива оно заполнено водой (Кузнецов, Едемский, 2020).

Длина валов достигает 8,5 км. Валы расчленены многочисленными долинами ручьёв и долиной реки Благодатная. Средняя ширина валов около 20 м, относительная высота 3-4 м, местами выше (до 10 м) за счёт эоловой аккумуляции или антропогенного вмешательства. Максимальное количество валов в заливе (13 штук) наблюдается в западной части залива. На востоке количество валов сокращается до 3, однако они более высокие (до 6 м) и широкие (до 30 м), а между 2 и 3 валами расположено заполненное водой лагунное понижение, шириной около 40 м (Кузнецов, Едемский, 2020).

На профиле автором заложено 8 шурфов (5 на валах, 1 в понижении, разделяющем 2 серии валов, 1 на 10-метровой террасе, примыкающей к уступу 25-40 м террасового уровня, 1 в прибрежной части этого уровня, см. рис. 3.2.24). Ниже даны описания отложений наиболее полных шурфов.

Шурф ИТ-28.3 в гребневой части 3 вала (нижняя серия валов). Абсолютная высота устья шурфа 9 м (барометрическая привязка). Здесь сверху вниз вскрываются (рис. 3.2.26):

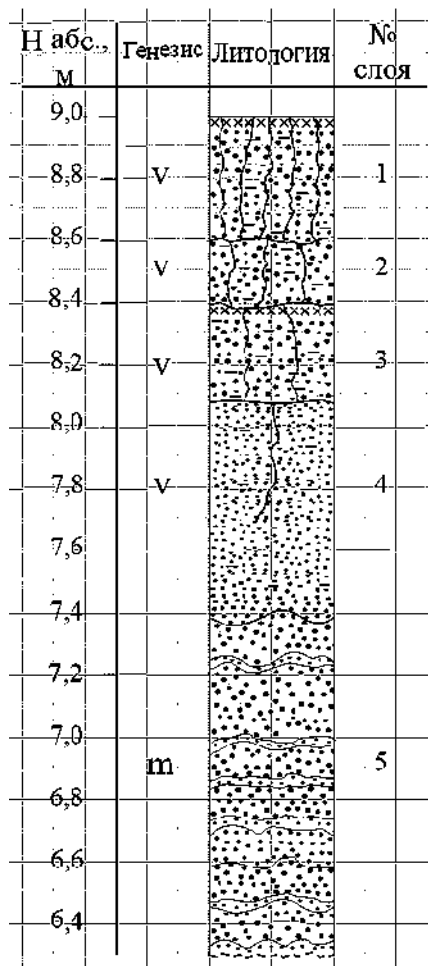


Рисунок 3.2.26. Геологическое строение 3 вала в центре кутовой части залива Касатка (шурф ИТ-28.3)

1. Песок разнозернистый (р/з), пылеватый, коричневый (гумусированный), неотмытый. Обилие корней современной растительности. Мощность слоя – 40 см. Граница с нижележащим (н/л) слоем неровная.

2. Песок р/з, пылеватый, серый. Обилие корней современной растительности. Мощность слоя – 20 см. Граница с н/л слоем неровная.

3. Песок р/з, влажный, коричневый (гумусированный), неотмытый. Корни современной растительности. Мощность слоя – 32 см. Граница с н/л слоем неровная.

4. Песок м/з-с/з, к низу слоя крупность увеличивается, пылеватый, серый. Единичные корни современной растительности до глубины 7,7 м. Мощность слоя – 70 см. Граница с н/л слоем волнистая.

5. Косослоистый песок р/з, хорошо отмытый, серый. Похож на современные пляжевые пески. Видимая мощность слоя – 108 см.

Забой 2,7 м (абс. высота 6,3 м).

Шурф ИТ-28.5 в гребневой части 7 вала (верхняя серия валов). Абсолютная высота устья шурфа 9 м (барометрическая привязка). Здесь сверху вниз вскрываются (рис. 3.2.27):

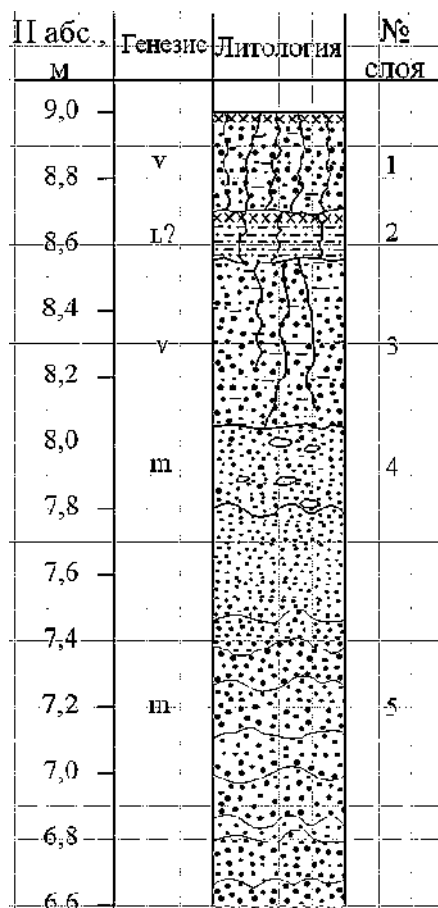


Рисунок 3.2.27. Геологическое строение 7 вала в центре кутовой части залива Касатка (шурф ИТ-28.5)

1. Песок р/з, пылеватый, коричневый (гумусированный), неотмытый. Обилие корней современной растительности. Мощность слоя – 30 см. Граница с нижележащим слоем неровная.

2. Супесь коричневая (гумусированная), Обилие корней современной растительности. Мощность слоя – 15 см. Граница с нижележащим слоем неровная.

3. Песок р/з, пылеватый, коричневый, со светло-коричневыми пятнами. Корни современной растительности. Мощность слоя – 52 см. Граница с н/л слоем – неровная.

4. Песок р/з, отмытый, серый, с включением гальки (1-6 см) пемзового состава. Мощность слоя – 22 см. Граница с н/л слоем – волнистая.

5. Косослоистый песок р/з, отмытый, серый. Похож на современные пляжевые пески. Видимая мощность слоя – 121 см.

Забой 2,4 м (абс. высота 6,6 м).

Характер отложений позволяет сделать вывод, что в шурфах вскрыто несколько генетически различных слоёв: верхние 100-160 см (до 200 см в первом валу) представлены эоловыми отложениями (пылеватые разнозернистые пески) с маломощными палеопочвенными горизонтами (песок влажный, неотмытый, гумусированный), ниже находятся хорошо отмытые морские пески (Кузнецов, Едемский, 2020).

К валам примыкает выровненная 10-метровая терраса (шириной около 30 м), строение которой приводится ниже (шурф ИТ-28.7, *рис. 3.2.28*):

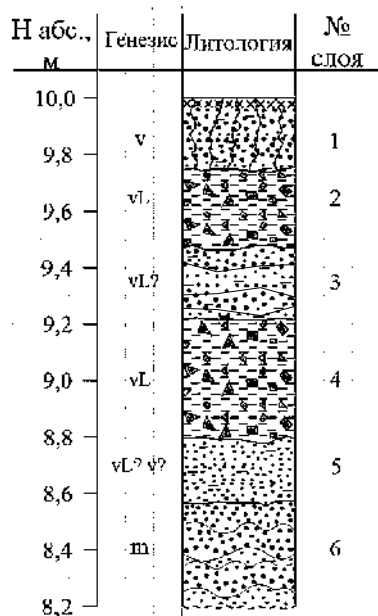


Рисунок 3.2.28.

Геологическое строение 10-метровой террасы в центре кутовой части залива Касатка (шурф ИТ-28.7)

1. Песок р/з, пылеватый, коричневый (гумусированный), неотмытый. Обилие корней современной растительности. Мощность слоя – 25 см. Граница с нижележащим слоем неровная.

2. Уплотнённый слой дресвы и щебня (до 5 см) разного петрографического состава, заполнитель – лёгкий суглинок (лс) коричневого цвета. Мощность слоя – 27 см. Граница с н/л слоем неровная.

3. Песок р/з с грубой слоистостью, заметной за счёт чередования прослоев песка тёмно-коричневого и коричневого цвета, плохо отмытый. Мощность слоя – 28 см. Границы между прослоями и граница с н/л слоем – неровные.

4. Сильно уплотнённый слой дресвы и щебня (до 4 см) разного петрографического состава, однородный, заполнитель – лс коричневого цвета; видны полосы ожелезнения; свежий, влажный. Мощность слоя – 41 см. Граница с н/л слоем неровная.

5. Песок р/з, тёмно-коричневый, плохо отмытый. Мощность слоя – 23 см. Контакт с н/л слоем неровный.

6. Переслаивание косослоистых тёмно-серых песков р/з, хорошо отмытых. Видимая мощность – 36 см.

Забой 1,8 м (абс. высота 8,2 м).

10-метровая голоценовая терраса, в свою очередь, примыкает к древнему абразионному уступу террасы высотой 25-40 м, шириной около 350 м (*см. рис. 2.1.3.15 и 3.2.24*). Терраса имеет морское происхождение, о чём можно судить по вскрывающимся в бортах долины ручья Ток (секущего эту террасу в окрестностях

профиля ИТ-28) галечникам на глубине 4,5 м от бровки. Сверху терраса перекрыта чередующимися прослоями гумусированных суглинков коричневого цвета и дресвяно-щебнистой толщей (с песчаным заполнителем такого же цвета). Судя по составу отложений и характеру их залегания, – это пирокластический чехол с погребёнными почвами (Кузнецов, 2021).

Береговые валы и 10-метровая терраса, описанные выше, располагаются на широкой (до 250 м) субгоризонтальной поверхности 5-15-метрового террасового уровня (см. рис. 3.2.24). Автором проведено шурфование этой поверхности в нескольких местах (в том числе на дне противотанкового рва в ложбине (вероятно, палеолагуне) между двумя сериями валов (абс. высота бровки шурфа 1 метр)). Это позволило установить, что в шурфе ИТ-28.4 под морскими песками (мощностью до 80 см) вскрываются галечно-валунные отложения (с размером обломков до 20 см по длинной оси). Из вышесказанного можно сделать вывод, что песчаные отложения, слагающие обе серии валов и 10-метровую террасу, залегают на древнем бенче, выработанном, вероятно, в пролювиальных доголоценовых отложениях (Кузнецов, 2021).

Проблема происхождения в заливе Касатка 5-15 метрового террасового уровня является дискуссионной. Одни исследователи вообще отрицают наличие на Курильских островах наземных морских террас (Марков, 2009), другие связывают их происхождение с неоднократными повышениями моря в голоцене (Razjigaeva et al, 2004). По мнению автора нельзя исключать и неотектонический фактор в его появлении, учитывая высокую геодинамическую активность региона и доказанную тектоническую природу поднятых морских террас в других районах Итурупа (Короткий, 2004), а также неоднозначное представление исследователей разных стран и школ о характере послеледниковой трансгрессии Мирового океана (Umitsu, 1991, Pirazzoli, 1991).

Сходный морфологический облик имеют аккумулятивные берега в других заливах и бухтах Простор, Доброе Начало, Южно-Курильская бухта (местность береговых валов достигает 3 км по ширине, однако большая часть из них залесена) и в заливе Одесском, хотя количество валов здесь существенно меньше. На аккумулятивных берегах неглубоких бухт открытого побережья ситуация несколько отличается – системы береговых валов развиты хуже в результате частых размывов.

5.2. Берега с полнопрофильными галечными пляжами. Занимают 1,7% от всех берегов. Лучше всего представлены на Чирпое (24%) и Урупe (16%). Такой подтип берега образован в зонах транзита и разгрузки береговых наносов, зарождающихся на абразионных берегах, а также на приустьевых участках некоторых рек и ручьев. Наиболее характерный участок такого берега описан автором на тихоокеанской стороне острова Кунашир в точке КУ-31 в приустьевой части р. Филатова (рис. 3.2.29, см. рис. 1.3.1).

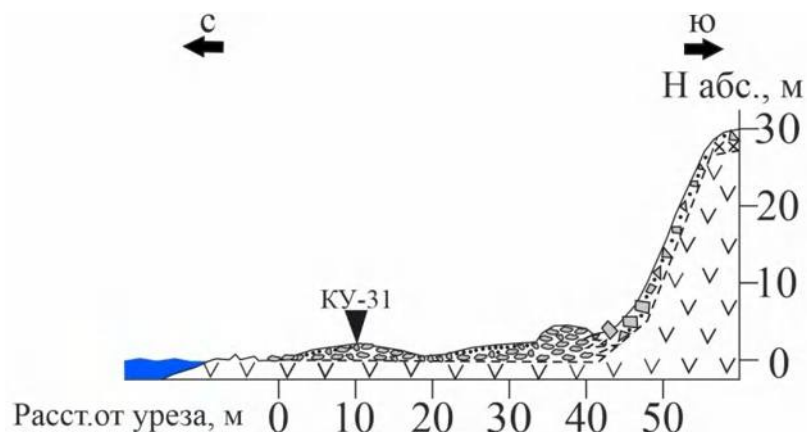


Рисунок 3.2.29. Геолого-геоморфологическое строение аккумулятивного берега (точка КУ-31)

Пляж полного профиля шириной до 20 м, высотой около 2 м (до 2,5 м), сложенный галькой. На мористом склоне пляжа лежит мелкая и средняя галька, иногда «нашлёпки» песка, на бережном склоне пляжа – крупная и средняя галька. К пляжу примыкает авандюна шириной до 10 м, высотой до 0,5 м. В тыловой части она частично задернована. За авандюной обнаружен штормовой галечный береговой вал шириной до 8 м, высотой до 2 м. Крупность гальки превышает пляжевую. Нередко в тыловой части пляжа обнаруживается плавник. Аккумулятивная часть берега расположена поверх скального бенча. Штормовой галечный вал примыкает к подножию абразионно-денудационного уступа. Уступ практически полностью задернован, доминирующий процесс на склоне – оползневой, интенсивность невелика (Кузнецов, Большов, 2023). Судя по выходящим на краях этого участка коренным породам и данным геологической карты, – уступ сложен андезитами миоцен-плиоценового возраста (см. прил. 1). Внешний облик этого подтипа берега представлен на рис. 3.2.30.



Рис. 3.2.30. Аккумулятивный берег с галечным пляжем в точке КУ-31 в приустьевой части р. Филатова, о. Кунашир (фото автора)

Распределение берега по сторонам островов представлено на *рис. 3.2.17*. Данный тип берега на крупных островах Большой гряды шире представлен на тихоокеанской стороне островов, в силу их асимметрии и структурной приуроченности (*подглава 3.1.*), уклоны дна в районе тихоокеанского побережья этих островов более пологие, чем на охотской стороне.

В отдельный тип берега выделяются **техногенные берега**. Занимают 0,8% от протяжённости всех берегов. На островах есть несколько участков берегов бухт и заливов, где ведется хозяйственная деятельность: в Южно-Курильской бухте, в заливе Измены, на м. Ивановском, у пос. Третьяково и у сев. окончания оз. Лагунного (Кунашир), на п-ове Буревестник, у пос. Рыбаки, Янкито, Рейдово, в г. Курильск (Итуруп), в зал. Щукина (Уруп), на м. Зоркий (Танфильева).

Период активной деятельности человека на Южных Курильских островах начался в первой половине XIX века (во времена освоения территории японцами). На некоторых участках берегов сохранились остатки японских и советских причальных сооружений, а во внутренних частях островов – большое количество разнообразных инженерных сооружений. В настоящее время возведены и современные причальные сооружения, например, порт Южно-Курильск (Кунашир) (*рис. 3.2.31*), порт пос. Крабозаводский и Малокурильский (Шикотан).



Рисунок 3.2.31. Вид на порт Южно-Курильска, о. Кунашир (фото автора)

На острове Уруп есть несколько участков берегов бухт и заливов, где велась хозяйственная деятельность, и 1 участок, где она ведётся в настоящее время, – в заливе Щукина. На берегу сотрудниками ООО «КурилГЕО» был расчищен проход от валунно-глыбовой отмостки, чтобы могла осуществляться швартовка лодок (рис. 3.2.32).



Рисунок 3.2.32. Расчищенный бенч у поселка золотодобытчиков ООО «КурилГЕО», залив Щукина, о. Уруп (фото автора)

Однако неучёт миграции наносов в береговой зоне привёл к тому, что выступающие из-под воды линейные навалы глыб начали перехватывать вдольбереговой поток наносов, на этом участке ориентированный с северо-востока на юго-запад, и аккумулятивные берега с песчаными пляжами, находящиеся южнее этого участка на несколько км, начали активно размываться (рис. 3.2.33). Судя по данным сравнения разновременных космических снимков, скорости размыва составляют 2-3 м ежегодно (Кузнецов, Большов, 2023).



Рисунок 3.2.33. Антропогенно спровоцированный размыв аккумулятивного берега в заливе Щукина (о. Уруп) в 2 км к югу от техногенного прохода в отмостке (фото автора)

Наиболее техногенно освоенными являются берега Итурупа. На острове есть несколько бухт и заливов, где ведется хозяйственная деятельность (причальные и берегозащитные сооружения у портов и рыбзаводов), – заливы Доброе Начало,

Касатка, Куйбышевский, Курильский, Простор; бухты Осенняя, Янкито, Добрынина (см. рис. 1.3.1 и прил. 4).

В настоящее время возведены и современные причальные сооружения, например, порт Китовый на о. Итуруп (рис. 3.2.34).



Рис. 3.2.34. Вид на порт Китовый (фото автора)

Участки техногенных берегов расположены на месте устойчивых абразионно-денудационных берегов с валунно-глыбовой отмосткой. Нельзя не отметить, что большинство техногенных сооружений в настоящее время пришли в негодность и требуют капитального ремонта (рис. 3.2.35).



Рисунок 3.2.35. Обветшавший порт на мысе Буревестник, о. Итуруп (фото автора)

В заливе Касатка, у рыбзавода на востоке Куйбышевского залива, посёлка Лесозаводский (на севере залива Доброе Начало), посёлка Рейдово (на западе залива Простор), посёлка Китовый и у г. Курильска обнаружены постройки, в том числе жилые, расположенные в цунамиопасной зоне.

Несколько слов необходимо сказать о геоморфологической позиции рыбзавода в Куйбышевском (точка ИТ-36, см. рис. 1.3.1). Он располагается на низкой, 3-5 м, и довольно узкой (максимальная ширина 150 м) антропогенно подсыпанной и выравненной террасовидной поверхности, которая примыкает к высокому (до 50 м) древнему абразионному уступу, сложенному чередующимися эффузивами и пирокластикой (рис. 3.2.36, 3.2.37). На этот уступ снизу невозможно подняться, у оврагов, его прорезающих, висячие устья (до 5 м над поверхностью террасы). По расчётной модели распределения возможных высот волн цунами

повторяемостью 1 раз в 100 лет (Геосистемы переходных зон, 2018, см. подглаву 4.2), можно полагать, что это место будет подвержено затоплению на 1-2 метра по высоте (правда, не стоит забывать, что это расчётная модель). Цунами с высотой заплеска 3-5 м создаст на этой территории прижим до уступа, а единственная дорога из этого места проходит по берегу в сторону Куйбышевского залива.

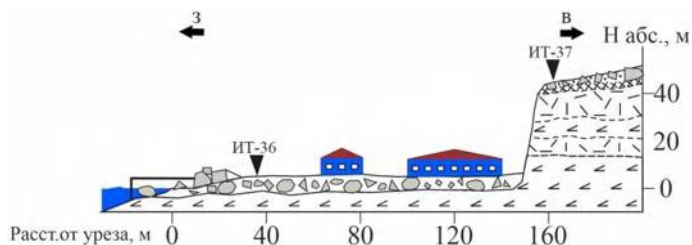


Рисунок 3.2.36. Геолого-геоморфологическое строение техногенного берега у рыбзавода на северо-востоке Куйбышевского залива (точки ИТ-36 и ИТ-37)



Рисунок 3.2.37. Рыбзавод на северо-востоке Куйбышевского залива (фото сотрудников краеведческого музея г. Курильска)

Таким образом, на территории Южных Курильских островов можно выделить пять основных типов берегов (см. прил. 4). Установлено, что 72,6 % берегов островов имеют абразионный облик. При этом практически все они расположены у подножий вулканических построек и сложены устойчивыми к размыву породами. 4,3% всех берегов выработаны в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях и приурочены к конусам выноса ручьев на склонах вулканов. 23,1% берегов – аккумулятивные с полнопрофильными песчаными и галечными пляжами, распространённые в заливах охотоморской стороны и на открытом тихоокеанском побережье (Кузнецов, 2020).

Глава 4. Динамика берегов Южных Курильских островов

4.1. Динамика берегов под воздействием ветро-волновых процессов¹⁰

Для изучения динамики берегов, кроме полевых наблюдений, были проанализированы разновременные топографические карты и космические снимки с 1980 г. (1-й доступный космический снимок) по 2023 г. На отдельные участки берегов существуют японские топографические карты Chishima Rettō 1912-1936 гг. Наличие этих карт позволяет увеличить ряд наблюдений за динамикой берегов, а как следствие – дать более обоснованный прогноз их развития на ближайшие 50-100 лет.

За этот период времени на островах были зафиксированы только редкие и малоинтенсивные извержения. За этот период времени на островах были зафиксированы только редкие и малоинтенсивные вулканические извержения (вулканы Иван Грозный и Кудрявый на о. Итуруп, Берга (о. Уруп), Сноу (о. Чирпой) (Рыбин и др., 2017). Во время этих событий происходило поступление лавового и пеплового материала в береговую зону в результате сходов лахаров. В последние годы происходит размыв этих пролювиально-пирокластических конусов.

Резкое усиление размыва берегов зафиксировано во время Шикотанского землетрясения 4 (5) октября 1994 года и последовавшего за ним цунами и Фукусимского цунами 2011 г. (см. подглаву 4.2).

В пределах островов автором выделено пять динамических типов берегов (прил. 5): стабильные берега с очень низкими (0-0,1 м/год) среднемноголетними скоростями изменения положения береговой линии, относительно стабильные берега (0,1-0,5 м/год), отступающие берега (0,5-3 м/год), преимущественно

¹⁰ При подготовке данного раздела диссертации использованы следующие публикации, выполненные автором лично или в соавторстве, в которых, согласно положению о присуждении учёных степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования; а также в иных изданиях:

Кузнецов М.А. Берега острова Итуруп: морфология, динамика, прогноз развития // Геоморфология. — 2021. — Т. 52, № 1. — С. 51–60. DOI: 10.31857/S0435428121010089.

Кузнецов М.А., Болысов С.И. Гранулометрический и минералогический состав береговых отложений Южных Курильских островов как показатель динамики берегов // Естественные и технические науки. — 2024. — № 3 (190). — С. 102–110. DOI: 10.25633/ETN.2024.03.07.

Кузнецов М.А., Едемский Д.Е. Геолого-геоморфологическое строение побережья центральной части залива Касатка (о. Итуруп, Южные Курильские острова) // Процессы в геосредах. — 2020. — № 3 (25). — С. 803–813.

Кузнецов М.А. Морфодинамика берегов острова Итуруп (Южные Курильские острова) // Труды IX Международной научно-практической конференции Морские исследования и образование (MARESEDU-2020) Том III (III): [сборник]. — Т. 3. — ООО ПолиПРЕСС Тверь, 2020. — С. 123–126.

Кузнецов М.А., Болысов С.И. Геоморфологические типы берегов острова Уруп (Южные Курильские острова) // Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. 2023. № 1 (78). С. 166–177. DOI: 10.37724/RSU.2023.78.1.016.

выдвигающиеся берега (0,5-3 м/год) и берега, испытывающие разнонаправленные движения (0,5-1,5 м/год). Распределение типов берегов по их протяжённости по островам показано в табл. 4.1.1 и на рис. 4.1.1.

Таблица 4.1.1. Динамические типы берегов Южных Курильских островов

	Большие Курильские острова (Кунашир, Итуруп, Уруп), %	Острова – вулканы (Чёрные Братья, Броутона), %	Малые Курильские острова, %	Всего, %
1. Стабильные берега (0-0,1 м/год)	32,9	72,0	62,0	39,7
2. Относительно стабильные берега (0,1-0,5 м/год)	36,3	24,4	20,6	32,9
3. Отступающие берега (0,5-3 м/год)	5,2	0,8	0,8	4,3
4. Преимущественно выдвигающиеся берега (0,5-3 м/год)	8,5	0,0	6,6	7,9
5. Берега, испытывающие разнонаправленные движения (0,5-1,5 м/год)	17,1	2,8	10,0	15,2

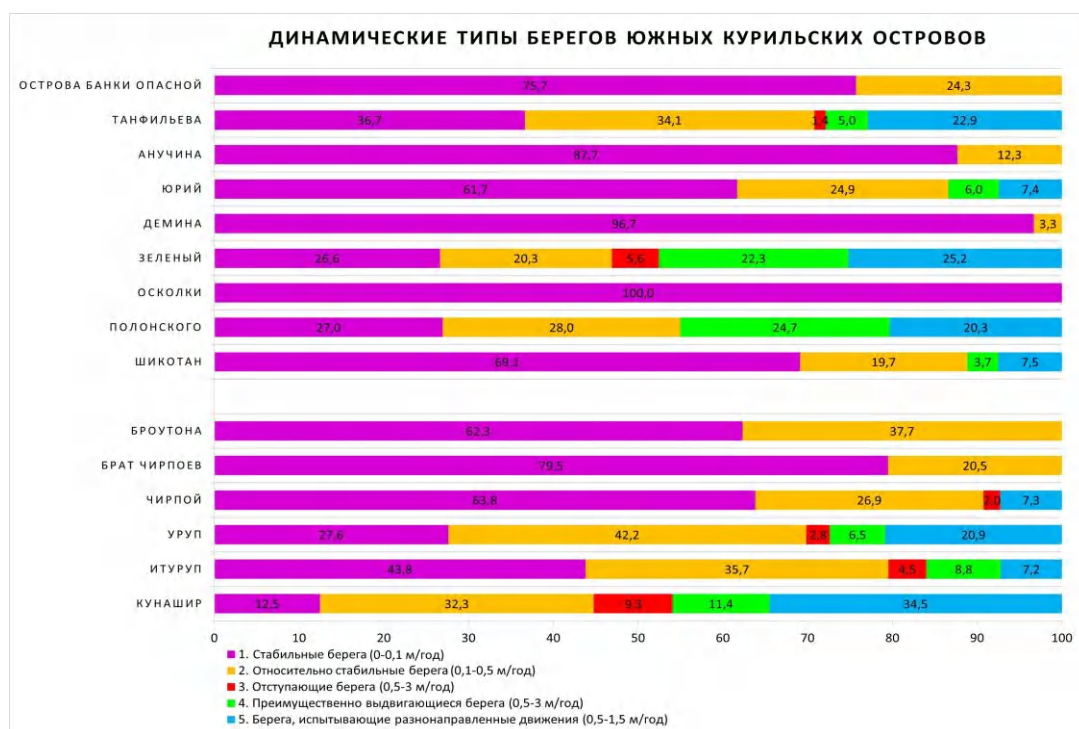


Рисунок 4.1.1. Распределение динамических типов берегов Южных Курильских островов

Из приведенных данных можно сделать вывод о том, что большинство берегов – 73% Южных Курильских островов – являются стабильными и относительно стабильными, т.е. скорости их отступления невелики (0,1-0,5 м/год). Стремительно отступающих (0,5-3 м/год) или выдвигающихся (0,5-3 м/год) берегов немного, 4 и 8% соответственно, оставшиеся 15% приходятся на нестабильные берега, испытывающие периоды выдвигания и отступления.

1. Стабильные берега. Занимают 39,7% от протяженности всех берегов (см. прил. 5). Представлены абразионными берегами, выработанными в устойчивых к абразии эффузивах и литифицированной пирокластике. Сравнение контуров береговых линий абразионных берегов, выработанных в устойчивых к абразии эффузивах и литифицированной пирокластике: подтип 1.1 (рис. 4.1.2), тип 2, (рис. 4.1.3), тип 3, (рис. 4.1.4), – на разновременных космоснимках показало, что за последние 40 лет не произошло видимых изменений (величина отступления береговой линии находится в пределах точности космоснимков и ширины полосы приливо-отливных колебаний). (Кузнецов, 2020). Для сравнения приведены наиболее детальные снимки. На основании результатов практических исследований (Шуйский и Симеонова, 1976; Игнатов, 2004) можно полагать, что такие берега разрушаются со скоростями в первые см/год.

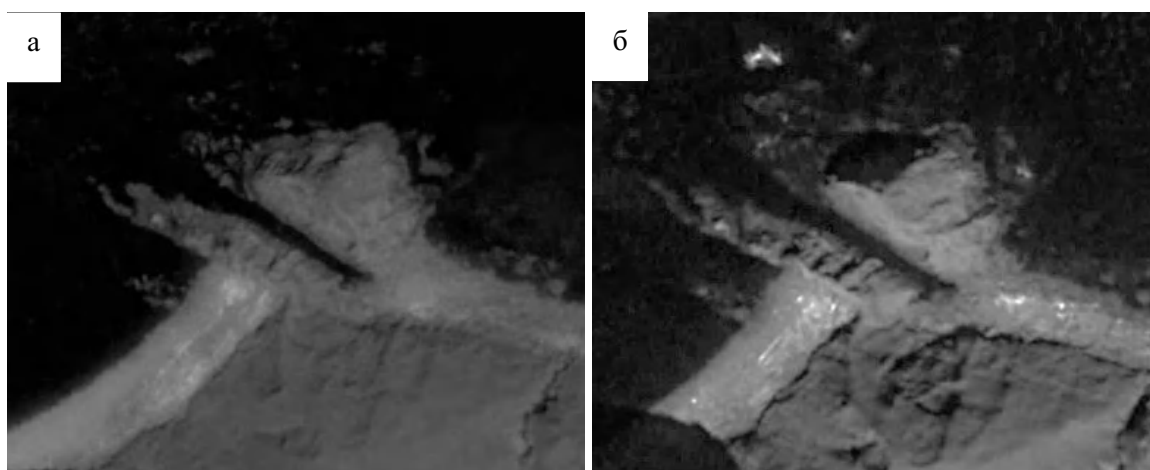


Рисунок 4.1.2. Стабильные абразионные берега (разновидность 1.1.1, мыс Тетяева, о. Уруп): а) на 28.06.2004, б) на 9.05.2023. Источник: Google Earth



Рисунок 4.1.3. Стабильные абразионные ступенчатые берега (тип 2, южный склон вулкана Атсонупури, о. Итуруп): а) на 18.06.2005, б) на 27.05.2023.

Источник: Google Earth

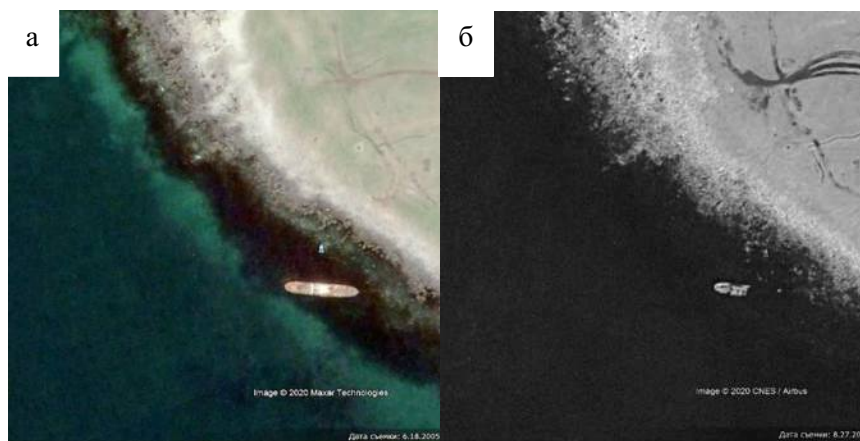


Рисунок 4.1.4. Стабильные низменные абразионные берега без клифа (тип 3, м. Китовый, о. Итуруп): а) на 18.06.2005, б) на 27.05.2023. Источник: Google Earth

Абразионно-денудационные берега, бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием (подтип 4.2), также не испытали практически никаких видимых изменений (рис. 4.1.5).



Рисунок 4.1.5. Участок локального выдвигания береговой линии вследствие обвала по фронту лавового потока в районе мыса Ремонтный, о. Кунашир (подтип 4.2, точка КУ-38): а) на 2.5.2004, б) на 2.5.2023. Источник: Google Earth

2. Относительно стабильными берегами (32,9% всех берегов) являются абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике (тип 4, см. прил. 5). Скорости отступления береговых линий абразионно-денудационных берегов с валунно-глыбовой отмосткой (подтип 4.1) незначительны – 0,2-0,3 м/год и лежат в пределах точности снимков и ширины полосы приливно-отливных колебаний (рис. 4.1.6). Более заметно отступление бровки клифа, поставляющего материал для расширения пояса отмостки (в среднем также около 0,2-0,3 м/год, местами до 0,4-0,5 м/год).

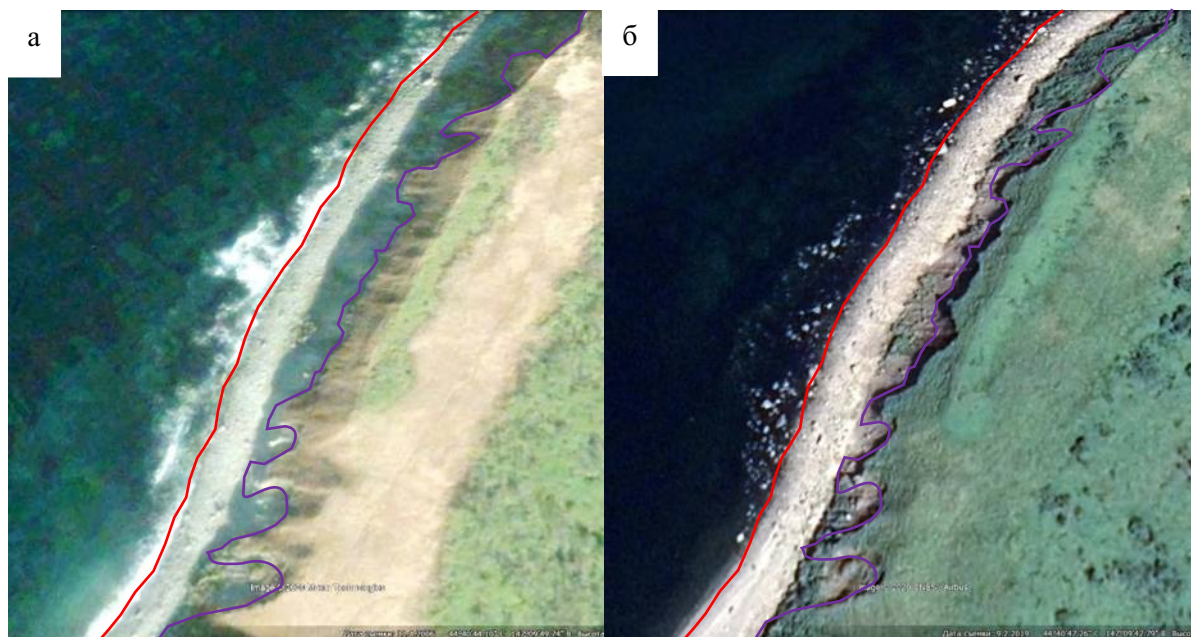


Рисунок 4.1.6. Динамика стабильного абразионного берега с валунно-глыбовой отмосткой (подтип 4.1, б. Отрадная, о. Шикотан): а) на 4.11.2006, б) на 2.5.2023. Красной линией обозначено положение береговой линии на 4.11.2006, фиолетовой – стенки срыва обвально-осыпных масс на 4.11.2006. Источник: Google Earth

Необходимо заметить, что все стабильные и относительно стабильные берега, расположенные под склонами активных вулканов, обладают потенциально труднопрогнозируемой динамикой в связи с возможными извержениями и поступлением в береговую зону различного вулканогенного и сейсмогенного материала.

Наиболее динамичными типами берегов островов ожидаемо оказались абразионные берега, выработанные в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях (подтип 1.2, 4,3% протяжённости всех берегов) и аккумулятивные берега (тип 5, 23,1% протяжённости всех берегов). Рассмотрим их более подробно.

Были выявлены 18 участков с наибольшими изменениями в береговой зоне: бухты Церковная и Маячная (Шикотан), залив Измены, Головинский клиф и Весловский п-ов, участок м. Круглый – оз. Лагунное, Южно-Курильская бухта, участок Южно-Курильск – м. Медведь (Кунашир), заливы Доброе Начало, Одесский, Куйбышевский, Касатка, Простор, бухта Медвежья, а также южные берега Ветрового и Дозорного перешейков (Итуруп), заливы Щукина, Токотан, бухта Новокурильская, участок м. Китовый – м. Кастрикум (Уруп), бухта Песчаная

(Чирпой) (см. рис. 1.3.1 и прил. 5). С берегов перечисленных участков автором был отобран пляжеобразующий материал (332 образца) на гранулометрический анализ, включая 58 образцов на минералогический анализ с 6 крупных участков (м. Круглый – оз. Лагунное, Южно-Курильск – м. Медведь (Кунашир), заливы Касатка и Простор (Итуруп), залив Токотан и участок м. Китовый – м. Кастрикум (Уруп). На основе гранулометрического анализа был рассчитан медианный диаметр пляжеобразующих отложений. Полученные данные позволили выявить направления перемещения морских наносов в разных частях островов.

3. Отступающие берега. Представлены абразионными берегами, выработанными в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях (4,3% протяжённости всех берегов). Наиболее полно удалось проследить динамику абразионных берегов подтипа 1.2 на участке Головинского клифа (Кунашир), Белых скал (залива Простор) и тихоокеанской стороны перешейков Ветрового и Дозорного (Итуруп, см. прил. 5).

Участок Головинского клифа (Кунашир). За последние 40 лет береговая линия здесь существенно изменилась. В районе клифа, на протяжении 15 км, выработанного в слабосцементированных пирокластических отложениях кальдерообразующего извержения вулкана Головина (см. прил. 4), берега отступили в среднем на 80-100 м (2-2,5 м/год), максимально до 160 м (4 м/год). На основании дешифрирования разновременных космоснимков, а также гранулометрического анализа 26 образцов (от начала Головинского клифа до мыса Весло), автор пришёл к выводу о сохранении перемещения материала на этом участке с севера на юг – в этом направлении постепенно происходит уменьшение медианного диаметра частиц и заметно увеличение содержания мелкозернистого материала (рис. 4.1.7 – 4.1.9, см. прил. 5).

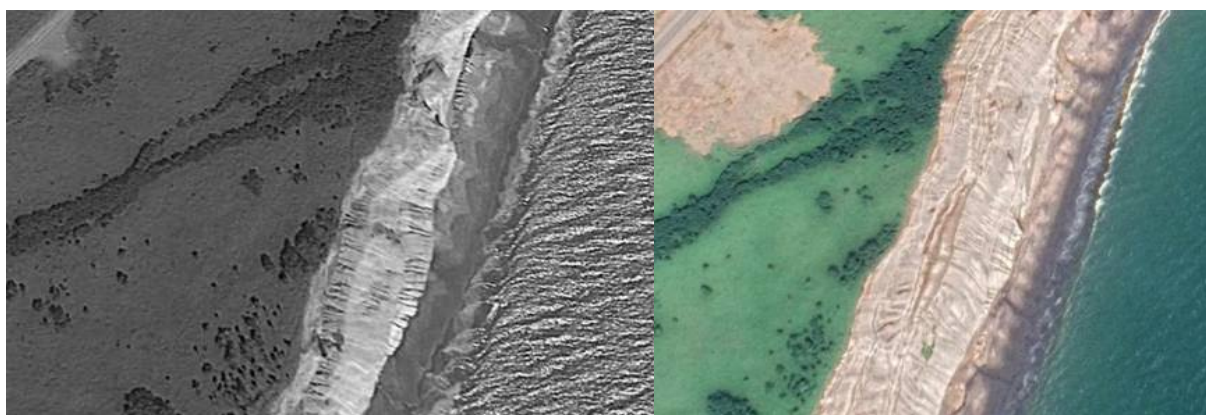


Рисунок 4.1.7. Динамика Головинского клифа с 2011 по 2023 гг. (Источник: Google Earth)



Рисунок 4.1.8. Направление перемещения наносов в береговой зоне системы Головинский клиф – п-ов Весловский. Стрелками показано направление перемещения наносов (источник: Google Earth)



Рисунок 4.1.9. Результаты гранулометрического анализа образцов с участка Головинский клиф – п-ов Весловский

Южный берег Ветрового перешейка (Итуруп). За последние 40 лет береговая линия здесь существенно изменилась. В юго-западной части перешейка, в

области развития этого подтипа, выработанного в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях подводного кальдерообразующего извержения (см. прил. 4), берега отступили в среднем на 80-100 м (2-2,5 м/год), максимально до 160 м (4 м/год). На основании дешифрирования разновременных космоснимков автор пришёл к выводу о доминирующем поперечном перемещении материала на этом участке, с восточной вдольбереговой составляющей (рис. 4.1.10, см. прил. 5).

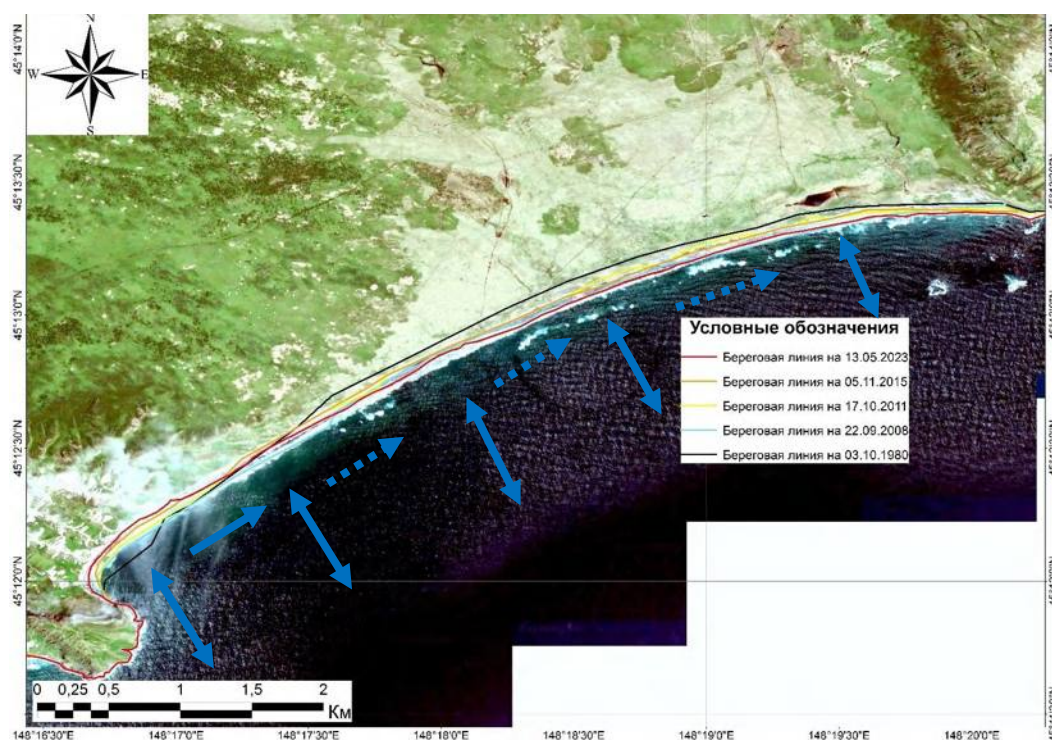


Рисунок 4.1.10. Карта динамики южного берега Ветрового перешейка с 1980 по 2023 гг. Сплошными стрелками показано установленное направление перемещения наносов, пунктирными – предполагаемое (применяется ко всем рис. подобного типа)

Южный берег Дозорного перешейка (Итуруп). Абразионные берега Дозорного перешейка выработаны в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях вулкана Львиная Пасть (см. прил. 4). За последние 40 лет береговая линия отступила здесь в среднем на 150-170 м (около 4 м/год), а максимально на 200 м (5 м/год). На основании дешифрирования разновременных космоснимков сделан вывод о доминирующем поперечном перемещении наносов на этом участке берега (рис. 4.1.11, см. прил. 5).

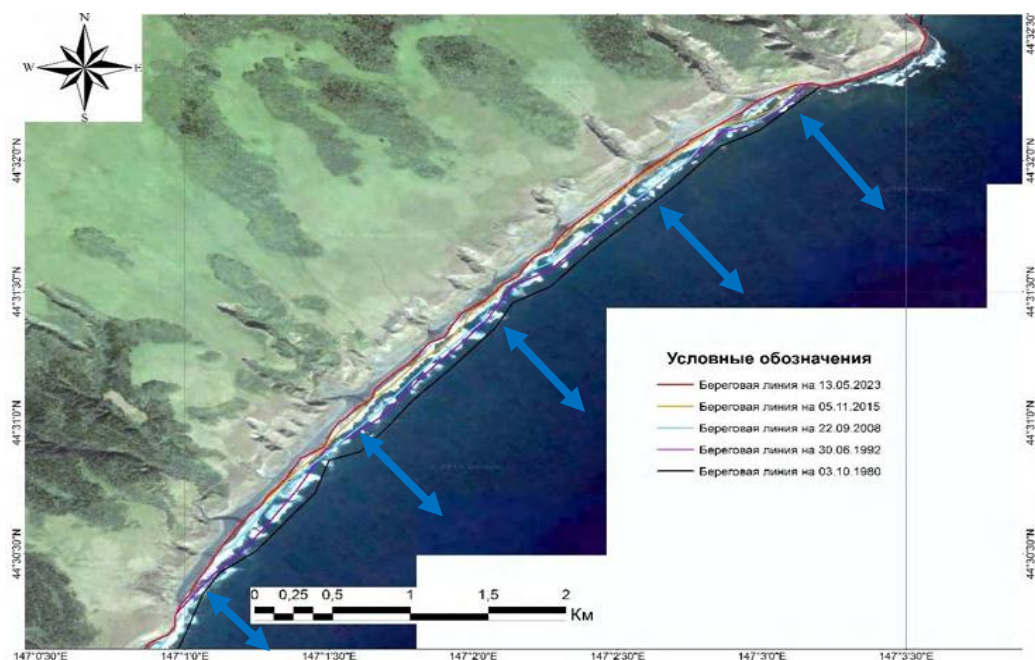


Рисунок 4.1.11. Карта динамики южного берега Дозорного перешейка с 1980 по 2023 гг.

Залив Простор (Итуруп). Общая конфигурация береговой линии с 1980 по 2023 гг. изменилась мало, однако существует несколько участков, испытавших существенные перемены за этот период времени. В районе Белых скал расположены абразионные берега с активными клифами, выработанные в рыхлой и слабосцементированной пирокластике подводного кальдерообразующего извержения (подтип 1.2, см. прил. 4). Береговая линия здесь за 40 лет отступила в среднем на 60-70 м (немногим менее 2 м/год), максимальные значения – до 150 м (около 4 м/год, рис. 4.1.12 и см. прил. 5). Заметна существенная эоловая переработка рельефа (рис. 4.1.13). Полученные автором (Кузнецов, 2021) данные в целом согласуются с данными других авторов (Дунаев и др., 2019; Афанасьев, 2019).

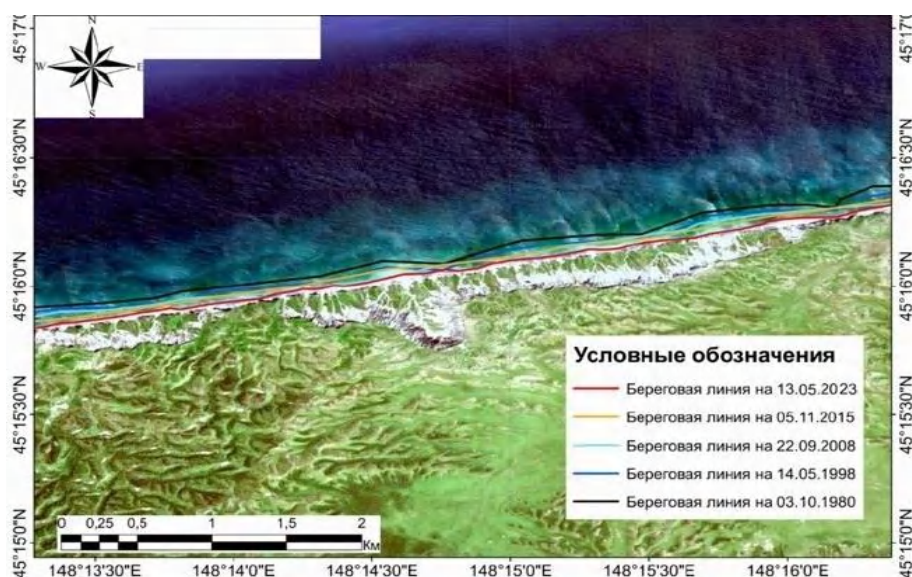


Рисунок 4.1.12. Карта динамики берегов Белых скал залива Простор с 1980 по 2023 гг.



Рисунок 4.1.13. Направление перемещения наносов в береговой зоне залива Простор.

(источник: Google Earth)

Гранулометрический и минералогический анализы пляжеобразующего материала (25 образцов) показали, что в центральной части залива Простор существует зона дивергенции (в районе 13 и 11 образцов, рис. 4.1.13). Этот вывод сделан на основе заметного уменьшения медианного диаметра частиц в противоположные стороны (от 0,62 мм до 0,24 мм на запад и до 0,31 на восток) при удалении от источника питания (размываемого уступа размыва Белых скал), а также по изменениям минералогического состава пляжевых отложений. На участке обр. 17 – 13 наблюдается уменьшение содержания минералов легкой фракции. В 11 образце наблюдается небольшое увеличение среднего диаметра частиц за счёт впадения ручья (Кузнецов, Большов, 2024).

На восток от обр. 11 до M15 (восточное окончание уступа размыва Белых скал) по минералогическим данным отмечается восточный вдольбереговой перенос материала – постепенное уменьшение содержания минералов легкой фракции. К востоку от уступа размыва наблюдается резкое увеличение содержания минералов легкой фракции. На западе залива существует вдольбереговое перемещение наносов на восток – косы в устьях р. Рейдовая и нескольких других ручьёв «растут» на восток. На востоке залива, по данным (Дунаев и др., 2019), существует переменное вдольбереговое перемещение наносов, это подтверждается нашими данными: образцы M11-M06 имеют практически одинаковый медианный диаметр и минеральный состав. На крайнем востоке залива обнаружены свидетельства вдольберегового перемещения материала на восток – общее уменьшение

медианного диаметра вещества и содержания минералов легкой фракции (Кузнецов, Болысов, 2024) (рис. 4.1.14, 4.1.15)



Рисунок 4.1.14. Результаты гранулометрического анализа образцов залива Простор

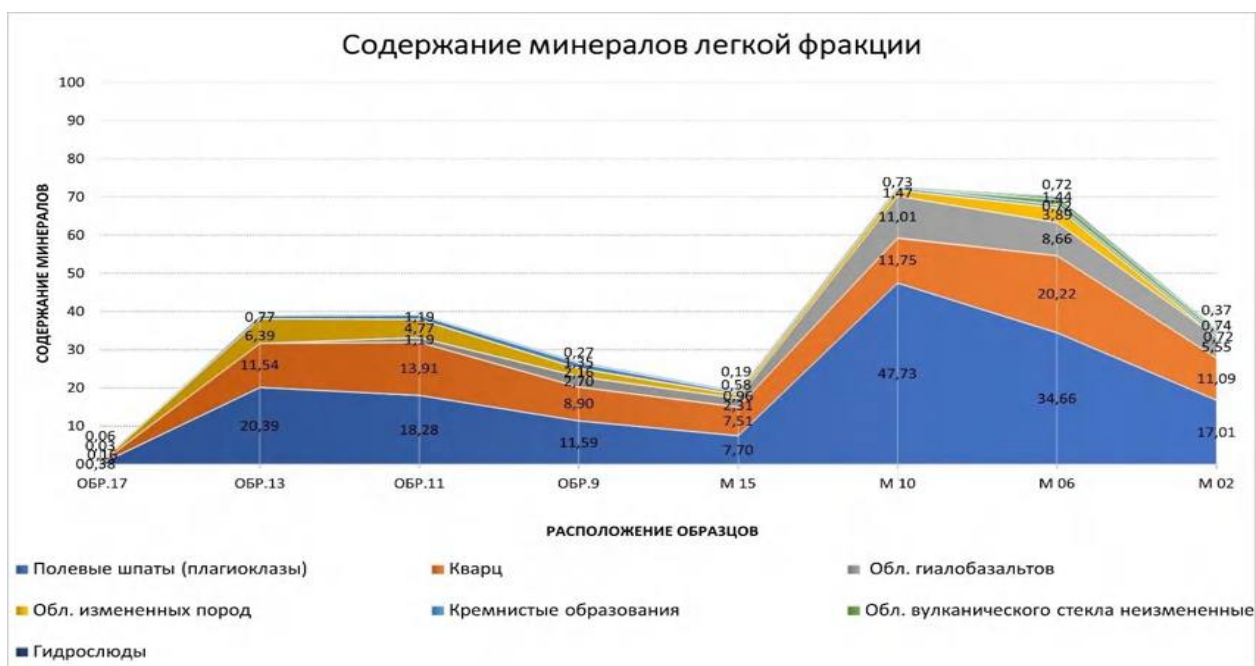


Рисунок 4.1.15. Результаты минералогического анализа образцов с участка залива Простор

4. Преимущественно выдвигающиеся берега (7,9% от всех берегов) представлены аккумулятивными формами рельефа. Ниже приводятся несколько характерных примеров анализа динамики заливов и бухт с аккумулятивными берегами.

Полуостров Весловский (Кунашир). К югу от участка Головинского клифа располагается крупнейшая аккумулятивная форма на всех Курильских островах –

коса свободного типа, представленная п-овом Весловским. С 1980 по 2008 гг. береговая линия выдвинулась на 60-100 м благодаря вдольбереговому перемещению материала (см. рис. 4.1.7 – 4.1.9, прил. 5).

Восточная часть южного берега перешейка Ветрового (Итуруп). Благодаря вдольбереговому переносу материала от размываемого участка на западе береговая линия выдвинулась на 50-70 м (см. рис. 4.1.10, прил. 5).

Залив Касатка (Итуруп). По данным сопоставления космоснимков с 1983 по 2023 гг., его береговая линия изменилась крайне незначительно. Средние значения выдвигения берегов в центре кутовой части залива за это время составляют 40-50 м (1,1-1,4 м/год), а по краям – не более 30 м (около 0,85 м/год). Вместе с тем, на 5 участках, в основном приуроченных к устьям рек и ручьёв, берег выдвинулся в среднем на 80-100 м (2,2-2,8 м/год), максимально до 150 м (около 4,2 м/год) в районе устья реки Благодатная на востоке залива (рис. 4.1.16 и 4.1.17, см. прил. 5).

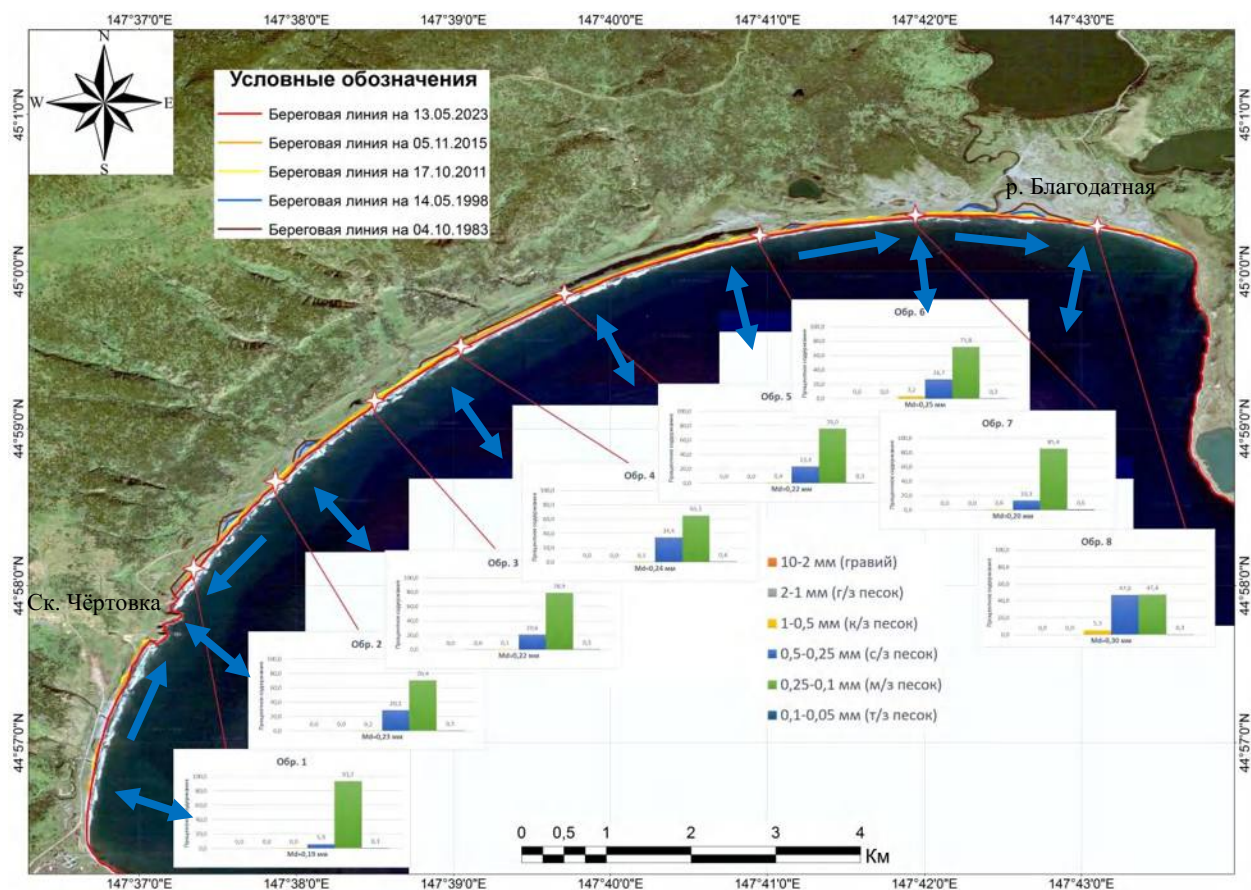


Рисунок 4.1.16. Карта динамики берегов залива Касатка с 1983 по 2023 гг. с результатами гранулометрического анализа

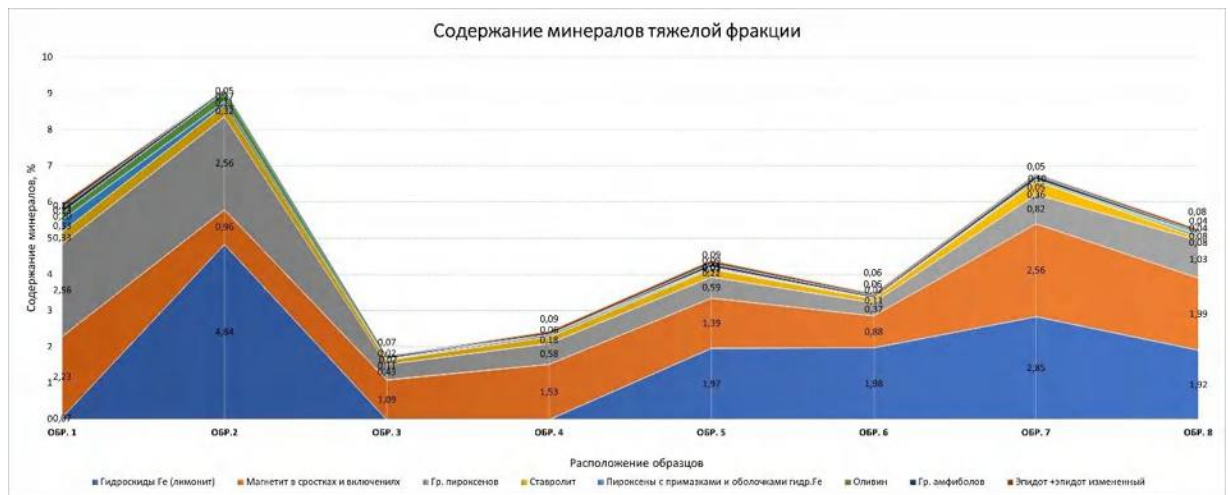


Рисунок 4.1.17. Результаты минералогического анализа образцов с кутовой части залива

Проведённые исследования морфологии берега, а также гранулометрический и минералогический анализ пляжеобразующего материала (8 образцов), показали, что в заливе Касатка доминирует поперечное перемещение наносов, однако на северо-востоке наблюдается некоторая восточная составляющая вдольберегового переноса материала, что хорошо видно по отклонению устья ручья и реки Благодатной к востоку (рис. 4.1.18). С двух сторон от выступающей в океан скалы Чёртовки наблюдаются пляжи максимальной ширины до 60 м (результат заполнения входящего угла, см. рис. 4.1.16). На графике минералогического анализа отражается зона отсутствия вдольберегового переноса (обр. 3-6) в виде практически идентичных содержаний тяжелых минералов. На западе и востоке бухты, в областях впадения р. Благодатной и ручья (обр. 2 и 7), наблюдается увеличение содержания тяжелых минералов и их перенос в сторону краев залива (к обр. 1 и 8).



Рисунок 4.1.18. Отклонение устьев ручья и реки Благодатной на восток (северо-восток залива Касатка): а) на 4.10.2002, б) на 13.05.2023. Источник: Google Earth

Открытый рейд (залив Токотан, Уруп). Аккумулятивные берега кутовой части залива Токотан с 2006 по 2023 гг. в целом испытали выдвигание на 20-30 м (около 1,5-2 м/год) с максимумом в центре (до 80 м или почти 5 м/год). Общее за 40 лет (с 1980 по 2023) выдвигание составило 60-70 м (0,8-0,9, до 1,7 м/год). Наибольшие выдвигания испытали берега в устьевых участках рек и ручьев – максимально до 120 м в приустьевой части р. Шабалина (около 3 м/год). Вместе с тем, некоторые участки берега отступили на 10-15 м (Кузнецов, Болысов, 2024) (рис. 4.1.19, см. прил. 5).



Рисунок 4.1.19. Направления перемещения наносов в прибрежной зоне залива Токотан (источник: Google Earth)

По морфологическому облику берега создаётся впечатление о преобладании поперечного перемещения материала (серии из 3-4 береговых валов в кутовой части залива), однако, учитывая отклонение устьев малых водотоков на северо-восток, а также результаты гранулометрического (25 образцов) и минералогического анализов (8 образцов), показывающие в целом уменьшение медианного диаметра частиц (с 0,41 в обр. ТО1 до 0,33 в обр. ТО6) и уменьшение содержания минералов легкой фракции к устью р. Шабалина, можно предполагать наличие восточной составляющей вдольберегового переноса пляжевого материала в западной части залива (Кузнецов, Болысов, 2024) (рис. 4.1.20, 4.1.21).

В восточной бухте залива наблюдается общее снижение медианного диаметра частиц и перенос от западного мыса в сторону центра бухты в районе обр. ТО20.

Образцы TO16, TO18, TO22 взяты в приустьевых частях ручьев, что привело к увеличению медианного диаметра частиц. Данные минералогического анализа подтверждают результаты исследований размерности частиц в западной части бухты – к центру наблюдается постепенное уменьшение минералов легкой фракции. На востоке бухты от образцов TO22 до TO25 наблюдается восточная составляющая вдольберегового перемещения наносов, это нечетко прослеживается по данным гранулометрического анализа из-за образца TO22, однако видно по общему уменьшению минералов легкой фракции, а также морфологически – отклонение устьев ручьев на северо-восток. На крайнем востоке бухты наблюдается перемещение наносов от мыса к центру (Кузнецов, Болысов, 2024) (см. рис. 4.1.19).



Рисунок 4.1.20. Результаты гранулометрического анализа образцов залива Токотан

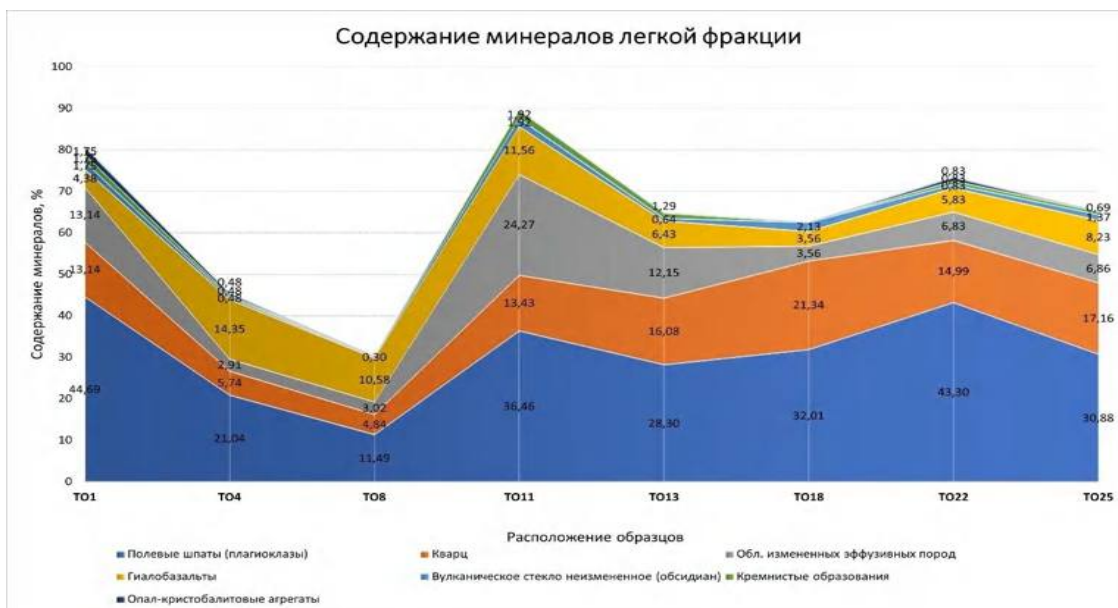


Рисунок 4.1.21. Результаты минералогического анализа образцов залива Токотан

5. Берега, испытывающие разнонаправленные движения, занимают 15,2% протяженности всех берегов Южных Курил. В основном это – участки аккумулятивных берегов открытой акватории Тихого океана и Охотского моря. Их развитие определяет открытость бухт к волнению, в т.ч. подверженности влиянию цунами.

Залив Измены (Кунашир). Береговая линия кутовой части залива за последние 40 лет испытала активные разнонаправленные перемещения. С 1985 по 2023 гг. берега выдвинулись в среднем на 20-30 м (0,5-0,75 м в год), максимум на 40 м в приустьевых участках рек (до 1 м в год) (рис. 4.1.22, см. прил. 5). Проведённые исследования морфологии берега, гранулометрический анализ 7 образцов, а также анализ разновременных космоснимков, показали, что в центре залива Измены доминируют разнонаправленные вдольбереговые перемещения наносов. Это подтверждается наличием кос у устьев ручьёв на западе и востоке залива, скоплением аккумулятивного материала с одной стороны причальных стенок, а также различием медианного диаметра частиц в отобранных образцах и увеличением содержания среднезернистого песка к краям залива (рис. 4.1.23).



Рисунок 4.1.22. Направление перемещения наносов в береговой зоне залива Измена (источник: Google Earth)



Рисунок 4.1.23. Результаты гранулометрического анализа образцов с залива Измены

Участок ур. Третьяково – переправа на оз. Лагунное (Кунашир). По данным сопоставления космоснимков с 1985 по 2023 гг., береговая линия на участке от ур. Третьяково до м. Столбчатый изменилась крайне незначительно. Средние значения выдвигения берегов в центре кутовой части залива за это время составляют 10-15 м (0,25-0,35 м/год), а по краям – стабильные. Эпизодически происходили сильные размывы пляжей. Вместе с тем, на 5 участках, приуроченных к устьям ручьёв, берег выдвинулся в среднем до 20 м (0,5 м/год). Участок берега от м. Столбчатый до оз. Лагунного относится к преимущественно выдвигающемуся типу берегов, так как за этот период береговая линия выдвинулась на 20-30 м (0,5-0,75 м в год), в приустьевых участках рек до 40-45 м (1-1,2 м в год) (рис. 4.1.24, см. прил. 5).

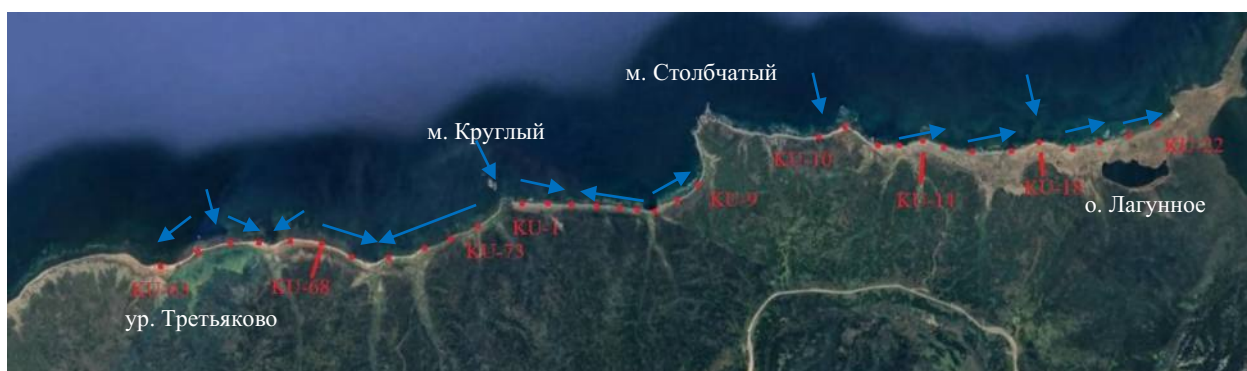


Рисунок 4.1.24. Направление перемещения наносов в береговой зоне на участке ур. Третьяково – оз. Лагунное. Стрелками показано установленное направление перемещения наносов (источник: Google Earth)

Проведённые исследования морфологии берега и данных разновременных космических снимков показали, что на этом участке доминирует поперечное перемещение материала, так как на участке ур. Третьяково – м. Столбчатый полностью отсутствуют вдольбереговые аккумулятивные формы рельефа, устья ручьёв практически не отклонены. Но результаты гранулометрического анализа пляжеобразующего материала (33 образца) и минералогического анализа (10 образцов) показывают, что есть некоторая вдольбереговая составляющая переноса вещества – выделяются несколько участков с разными направлениями перемещений наносов (рис. 4.1.25).

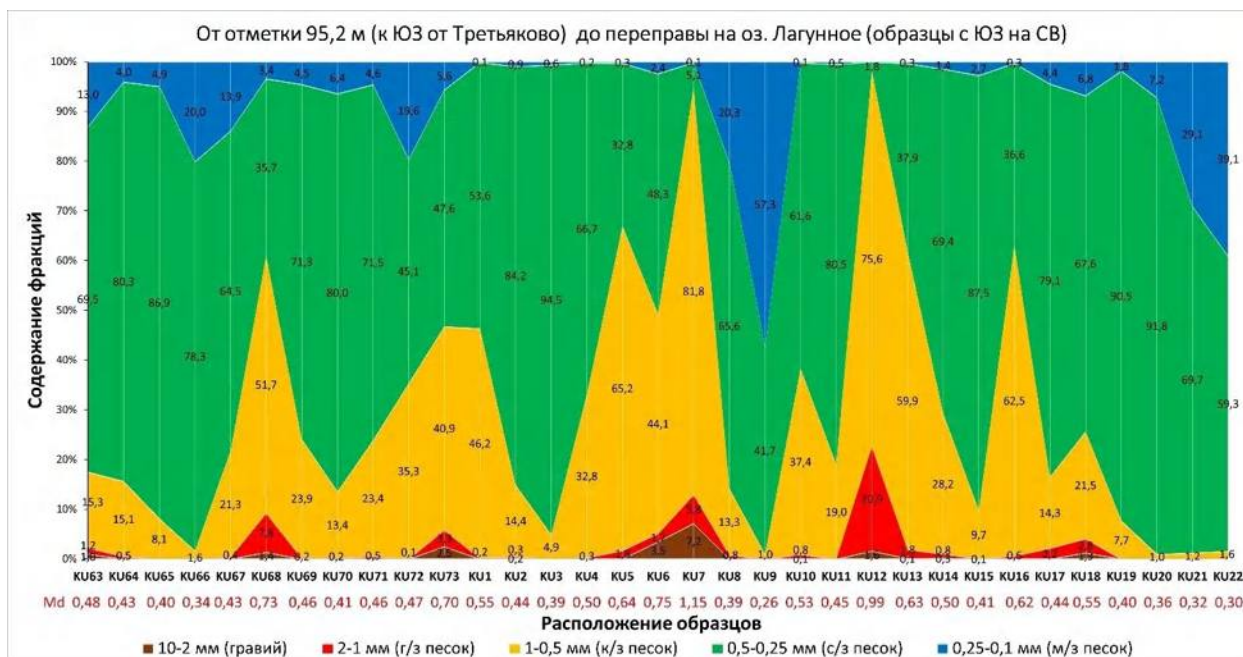


Рисунок 4.1.25. Результаты гранулометрического анализа образцов с участка ур. Третьяково – оз. Лагунное

Участок ур. Третьяково – м. Круглый (обр. KU-63 – KU-73) представляет собой чередование мысов и неглубоких бухт, в которые происходит перенос материала с мысов, это отражается в уменьшении медианного диаметра частиц в кутовых частях бухт и уменьшении содержания минералов тяжелой фракции (рис. 4.1.26). На участке м. Круглый – м. Столбчатый (обр. KU-1 – KU-9) заметно перемещение минералов тяжелой фракции и резкое изменение гранулометрического состава отложений от места впадения реки. На участке м. Столбчатый – оз. Лагунное (обр. KU-10 – KU-22) также доминирует поперечное перемещение наносов, однако наблюдается северо-восточная составляющая переноса вещества (на это указывает постепенное уменьшение медианного диаметра частиц и увеличение содержания фракции с/з песка, а также общее уменьшение содержания минералов тяжелой фракции). Устья ручьев отклонены на северо-восток от впадения крупного ручья. У выступа мыса в районе озера Лагунного образованы условия для заполнения входящего угла.

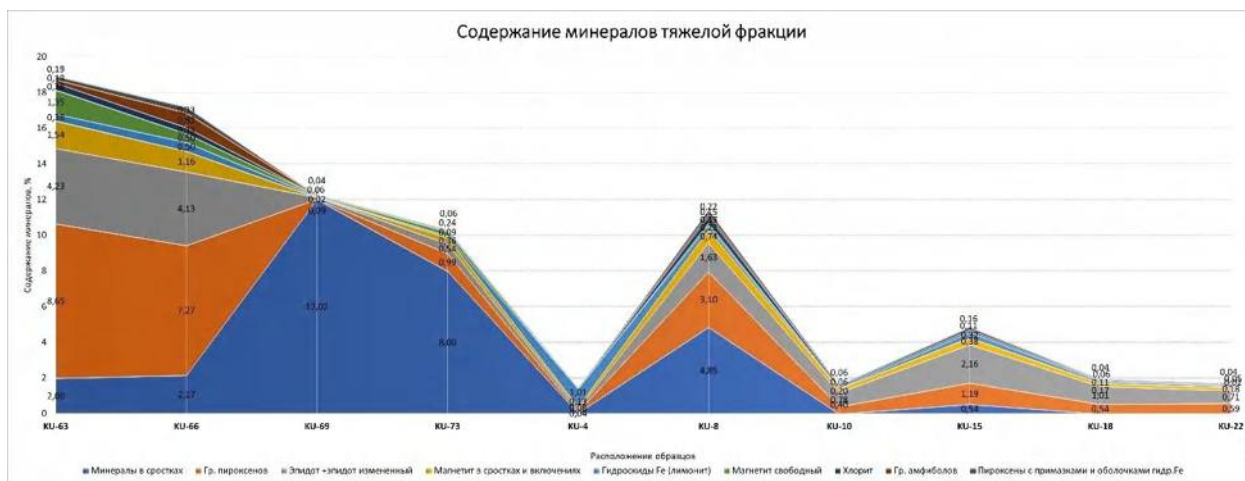


Рисунок 4.1.26. Результаты минералогического анализа образцов с участка ур. Третьяково – оз. Лагунное

Участок Южно-Курильск (бухта Головнина) – мыс Медведь (о. Кунашир). Участок состоит из 3 разделенных выдающимися мысами бухт. Береговая линия участка изменилась крайне незначительно, хотя за последние 40 лет испытала разнонаправленные перемещения. На юго-западном участке бухты Головнина на основании сопоставления космических снимков с 1985 по 2023 гг. установлено, что берега бухты выдвинулись в среднем на 30-40 м (около 0,75-1 м/год) (см. прил. 5). Эпизодически происходили сильные размывы пляжей. Проведённый гранулометрический и минералогический анализ пляжеобразующего материала (13 образцов) показал доминирование поперечного перемещения наносов, за исключением мест впадения ручьев с более крупным материалом. В районе скалы Обвалов устье ручья Петровка отгибается на юг (Кузнецов, Болысов, 2024) (рис. 4.1.27 – 4.1.29).

Второй участок от мыса Ремонтный до мыса Петрова представляет собой бухту с геометрически правильными очертаниями. По данным сопоставления космоснимков с 1985 по 2023 гг., береговая линия бухты изменилась крайне незначительно, за последние 40 лет средние значения выдвигения берегов в центре кутовой части залива за это время были невелики и составляют в среднем 40-50 м (1-1,2 м/год), а по краям – не более 30 м (около 0,75 м/год). Вместе с тем, на приустьевом участке р. Илюшина берег выдвинулся в среднем на 50-60 м (1,3-1,5 м/год).



Рисунок 4.1.27. Направление перемещения наносов в береговой зоне на участке Южно-Курильск – мыс Медведь (источник: Google Earth)

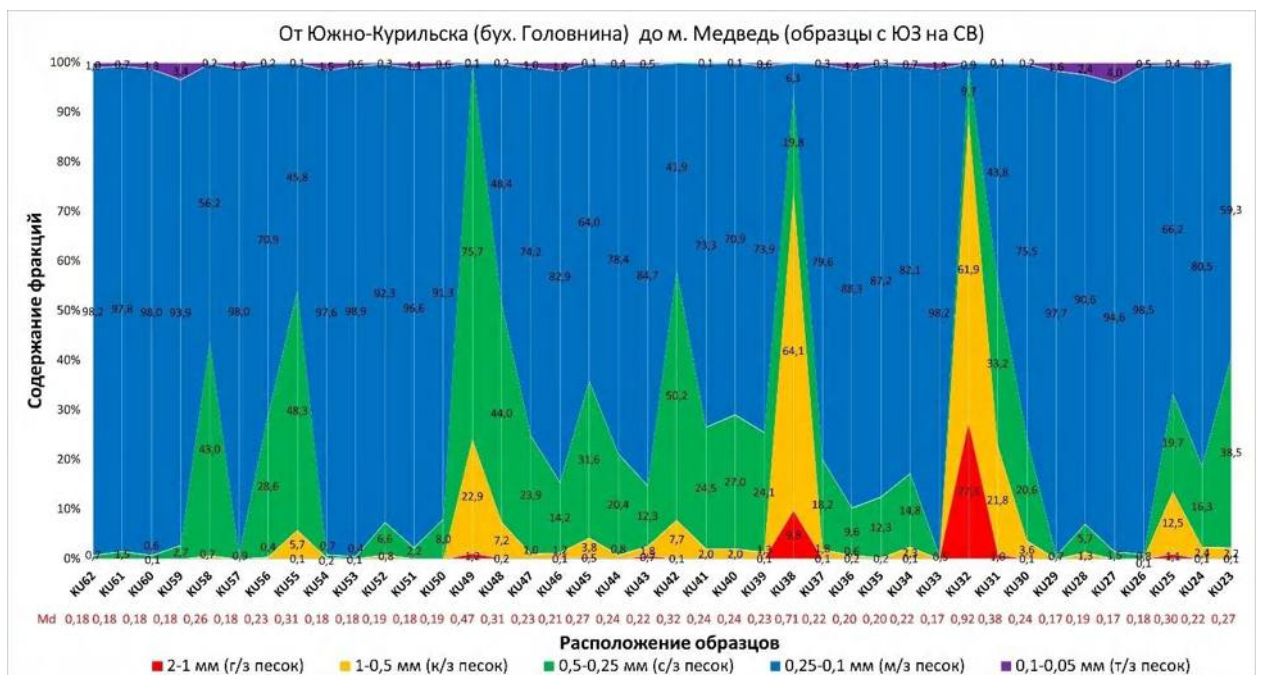


Рисунок 4.1.28. Результаты гранулометрического анализа образцов с участка Южно-Курильск – мыс Медведь

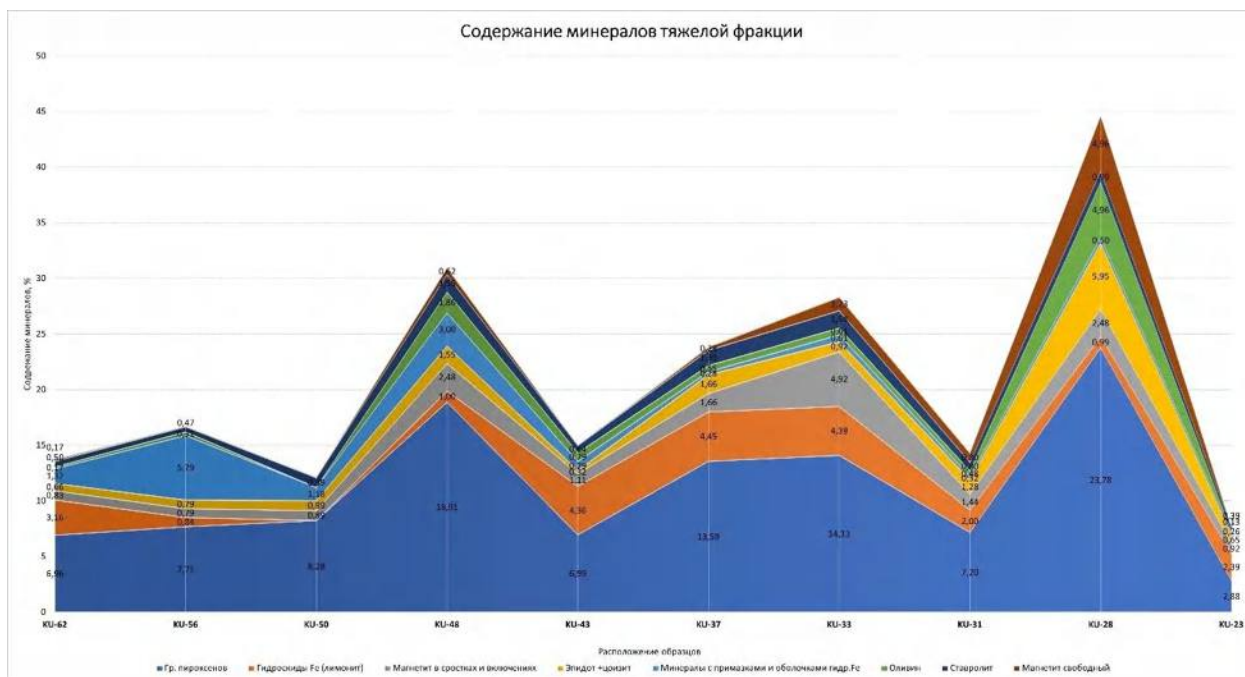


Рисунок 4.1.29. Результаты минералогического анализа образцов с участка Южно-Курильск – мыс Медведь

Проведённые исследования морфологии берега, а также результаты гранулометрического и минералогического анализов пляжеобразующего материала (17 образцов) показали, что в бухте доминирует поперечное перемещение наносов, однако на западе бухты наблюдается некоторая северо-восточная составляющая вдольберегового переноса материала, а на востоке – юго-западная. Об этом свидетельствует уменьшение медианного диаметра частиц на участке KU-49 – KU-44 с 0,47 до 0,21 мм, также на этом участке происходит уменьшение минералов тяжелой фракции. Кроме того, на юго-западном участке было замечено отклонение некоторых устьев рек и ручьев на северо-восток, а на северо-востоке бухты – отклонение устья реки Ильюшина на юго-запад (Кузнецов, Большов, 2024) (см. рис. 4.1.27., прил. 5).

На участке мыс Петрова – мыс Медведь, по данным сопоставления космоснимков с 1985 по 2023 гг., можно сделать вывод, что береговая линия также изменилась крайне незначительно. Средние значения выдвигения берегов в центре кутовой части залива за это время составляют 10-15 м (0,25-0,35 м/год), а по краям – стабильные. Вместе с тем, на 5 участках, приуроченных к устьям ручьёв, берег выдвинулся в среднем до 20 м (0,5 м/год) (см. рис. 4.1.27., прил. 5).

Проведённые исследования морфологии берега, а также данные гранулометрического и минералогического анализа пляжеобразующего материала (10 образцов) показали, что на этом участке доминирует поперечное перемещение наносов, однако, есть небольшой перенос в центр бухты (уменьшение медианного диаметра частиц образцов КУ-32 – КУ-27 с 0,92 до 0,17 мм); следует отметить, что устья ручьёв отклоняются на запад, вероятно вдольбереговая составляющая перемещения наносов (Кузнецов, Болысов, 2024).

Аккумулятивные берега на полуострове **Кастрикум (Уруп)** за последние 40 лет испытывали разнонаправленные движения, их развитие ограничивается конфигурацией небольших бухт – открытость бухт к волнению и угол подхода входящих мысов бухт, а также наличие широких бенчей, препятствующих сильному волновому воздействию. Итоговые скорости выдвигания аккумулятивных берегов также невелики – до 0,5 м в год.

С тихоокеанской стороны п-ова Кастрикум, от одноимённого мыса до бухты Невидимка, и с охотоморской стороны, от мыса Кастрикум до бухты Близнецов, судя по результатам гранулометрического анализа 87 образцов и минералогического анализа 14 образцов, в основном, наблюдается бухтовая циркуляция наносов, объём наносов в примысовой части невелик. В этой связи, исходя из анализа одновременных космических снимков и гранулометрического анализа, нет оснований выделять единое направление перемещения наносов (*рис. 4.1.30*), однако заметно некоторое преобладание наносов в западных частях бухт, общее увеличение медианного диаметра наносов и увеличение содержания минералов тяжелой фракции к мысовой части с обеих сторон острова, что может свидетельствовать о юго-западной составляющей переноса в крупных бухтах. На всём протяжении береговой линии полуострова доминирует поперечное перемещение наносов. В районе мыса Китовый (участок образцов К67-К32) гранулометрический и минералогический анализы показали некоторую северо-восточную составляющую вдольберегового переноса материала (уменьшение медианного диаметра частиц и содержания минералов тяжелой фракции) (*рис. 4.1.31-4.1.32*).



Рисунок 4.1.30. Направления перемещения наносов в прибрежной зоне полуострова Кастрикум (источник: Google Earth)

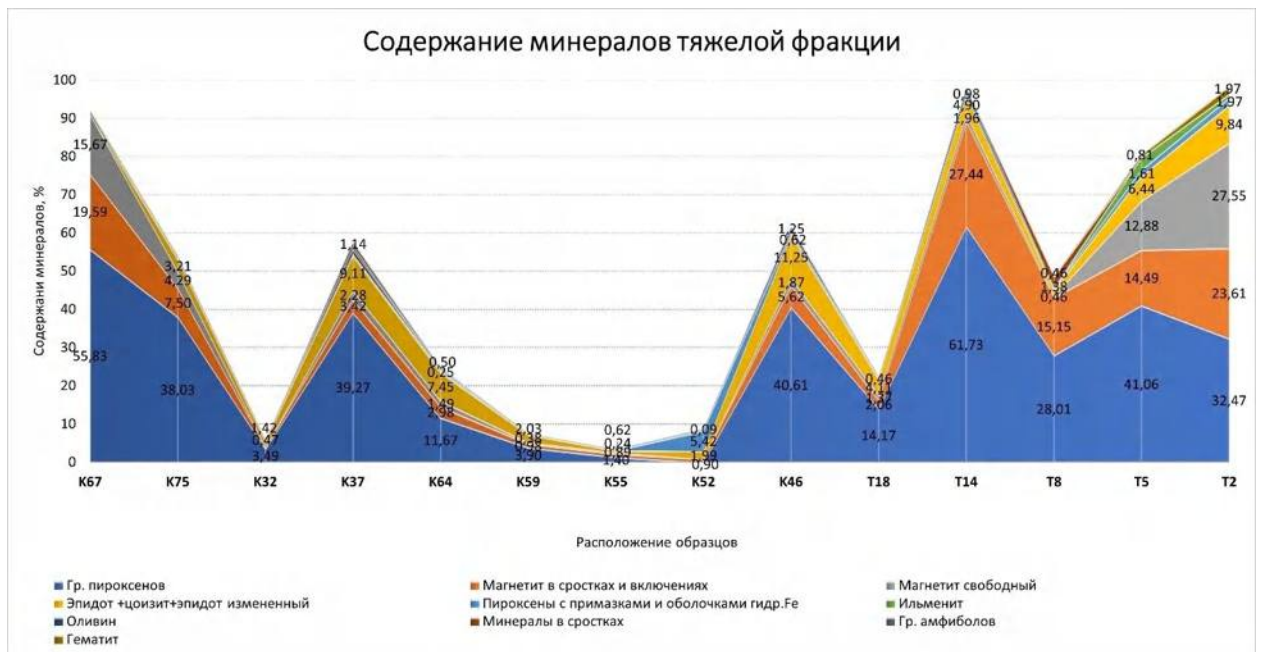


Рисунок 4.1.31. Результаты минералогического анализа образцов с участка м. Китовый – м. Кастрикум

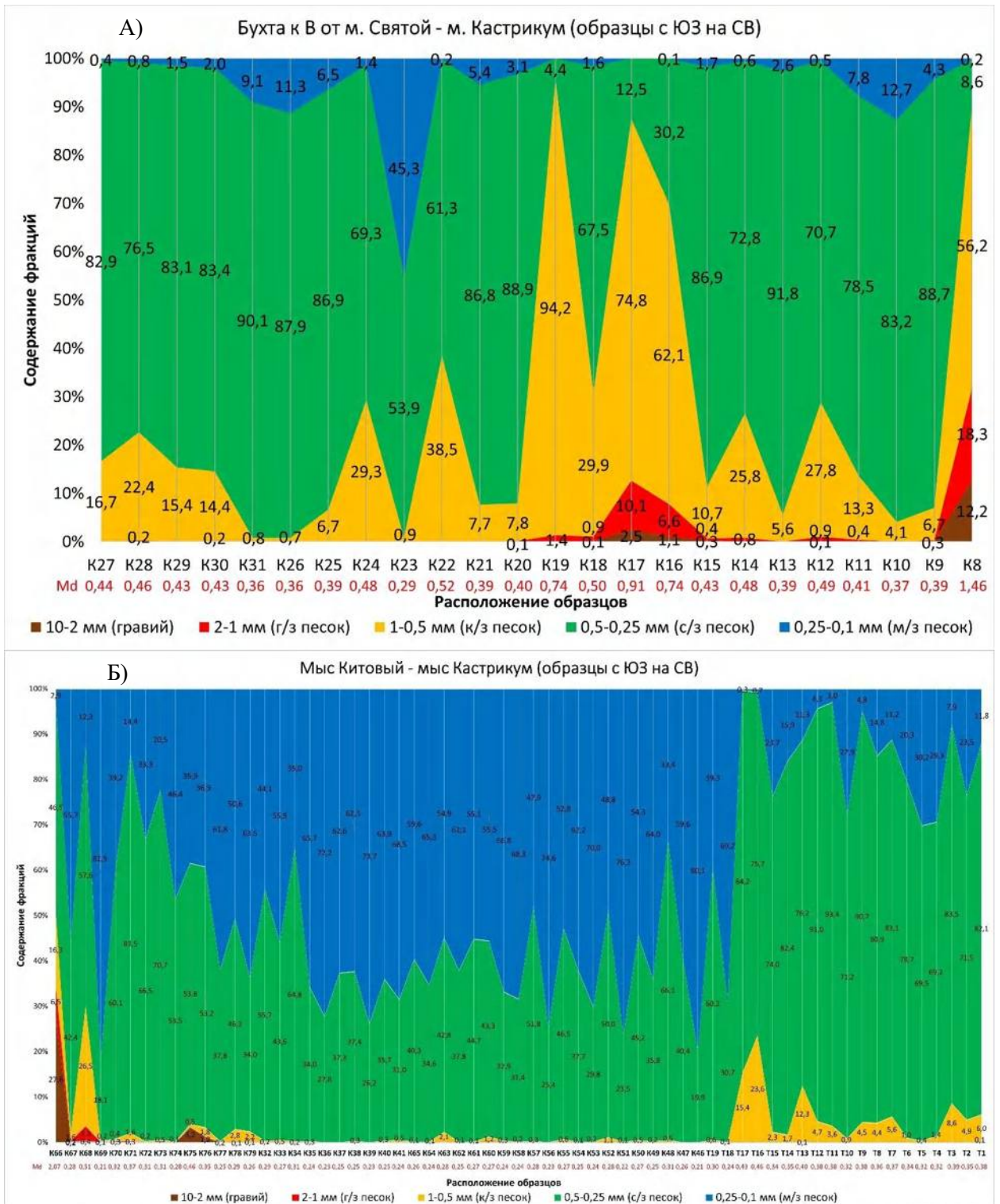


Рисунок 4.1.32. Результаты гранулометрического анализа образцов: а) участок м. Святой – м. Кастрикум (охотская сторона), б) участок м. Китовый – м. Кастрикум (тихоокеанская сторона)

Бухта Церковная (Шикотан). По данным сопоставления космоснимков с 1983 по 2023 гг., его береговая линия изменилась крайне незначительно. Средние значения выдвигения берегов в центре кутовой части залива в настоящее время (с 2003 по 2023 гг.) составляют 30-40 м (0,75-1 м/год), а по краям – не более 10 м

(около 0,25 м/год). Вместе с тем, все участки берега подверглись размыву вследствие воздействия цунами 1994 г. и отступили на 15-20 м. Итоговые скорости выдвигания кутовых частей аккумулятивных берегов были невелики – до 0,5 м в год. Общее за 40 лет (с 1983 по 2023) выдвигание составило 15-20 м, восточный край отступил на 30 м (рис. 4.1.33).

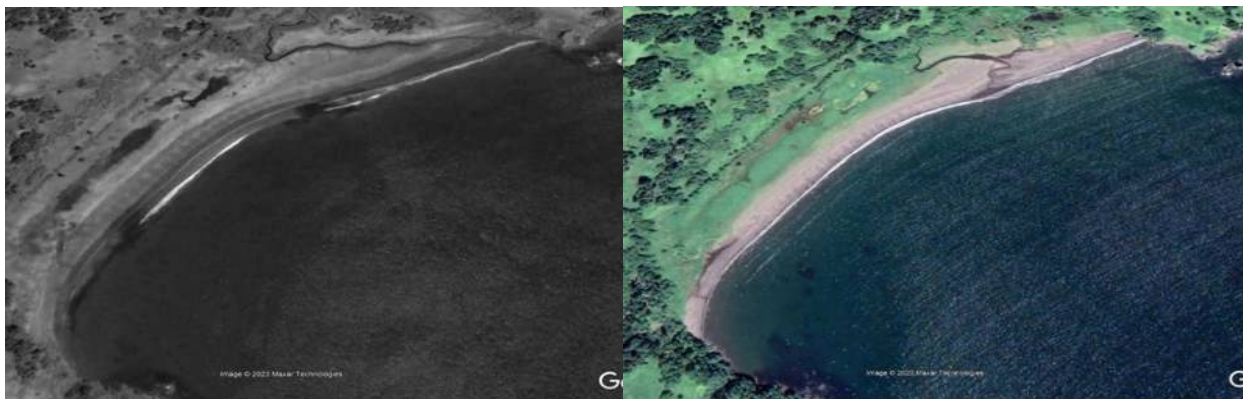


Рисунок 4.1.33. Аккумулятивные берега бухты Церковной (подтип 3.1, точка SH-9):
а) на 16.06.2003, б) на 12.07.2023. Источник: Google Earth

Отдельно следует упомянуть **динамику техногенных берегов**. На острове **Уруп в заливе Щукина** находится активный участок берега, который стал таковым «благодаря» деятельности человека. При строительстве гидротехнических сооружений (причалов и др.) необходимо учитывать действующие вдольбереговые перемещения наносов. В рельефе берега наблюдаются признаки вдольберегового перемещения наносов на юге залива Щукина (бухта Отважного) – с северо-востока на юго-запад.

Неучёт миграции наносов в береговой зоне привёл к тому, что выступающие из-под воды линейные навалы глыб начали перехватывать вдольбереговой поток наносов, на этом участке ориентированный с северо-востока на юго-запад, и аккумулятивные берега с песчаными пляжами, находящиеся севернее этого участка, начали активно намываться, а южнее этого участка на несколько км, наоборот, активно размываться (Кузнецов, Болысов, 2023) (рис. 4.1.34).



Рисунок 4.1.34. Динамика берега у посёлка золотодобытчиков «КурилГЕО». Красным цветом изображена береговая линия на начало освоения (2012 год). Зелёным цветом – данные GPS-приёмника автора на 09.2019 (источник: Google Earth)

Судя по данным сравнения разновременных космических снимков, скорости размыва составляют 2-3 м ежегодно. На таких участках берега, с проявлением техногенно спровоцированного размыва, проявляются волновые подрезы склонов и сокращение растительного покрова (Кузнецов, Болысов, 2023) (рис. 4.1.35).



Рисунок 4.1.35. Антропогенно спровоцированный размыв аккумулятивного берега в заливе Щукина в 2 км к юго-западу от техногенного прохода в отмытке (фото автора)

Участки техногенных берегов на востоке Куйбышевского залива (Итуруп), на западе залива Простор (Итуруп) (см. рис. 4.1.13), на восточном и западном флангах

залива Касатка (Итуруп) (см. рис. 4.1.1б), приурочены к довольно устойчивым абразионно-денудационным берегам с валунно-глыбовой отмосткой и за последние 40 лет фактически не изменили своего положения. На восточном фланге залива Касатка в отмостке сохранились остатки японских и советских небольших, расчищенных от валунов проходов к берегу. На таких участках берега, где нарушена валунно-глыбовая отмостка, служащая его естественной защитой, проявляются следы усиления размыва (волновые подрезы склонов и сокращение растительности) (Кузнецов, Едемский, 2020).

При более детальном рассмотрении выделенных динамических типов берегов (см. рис. 4.1.1) можно отметить некоторые особенности их распределения по островам. Так, на крупнейших островах Большой гряды выделяются все типы берегов, наиболее динамичные берега находятся на Кунашире. Большая часть берегов островов – вулканов: Чирпой, Брат-Чирпоев и Броутона – относится к стабильным, преимущественно выдвигающиеся берега отсутствуют. Также крайне мало отступающих берегов, поскольку долгое время не происходит поступления рыхлого пирокластического материала в береговую зону. На Малых Курильских островах можно выделить несколько групп островов по динамическим типам берегов: стабильные мелкие острова и кекуры – острова банки Опасной, Анучина, Дёмина, Осколки; относительно стабильные и стабильные берега островов Шикотан и Юрий с динамичными бухтовыми берегами и динамичные берега островов Зеленый, Полонского и Танфильева с аккумулятивными формами в виде кос свободного типа и зон размыва берегов.

Детальное рассмотрение выделенных динамических типов берегов по сторонам островов позволяет выделить несколько их особенностей (рис. 4.1.3б). Для тихоокеанской стороны практически всех островов характерно резкое увеличение доли берегов, испытывающих разнонаправленные движения. На таких островах как Танфильева, Юрий, Зеленый, на тихоокеанской стороне полностью отсутствуют преимущественно выдвигающиеся берега. Это связано с более высокой волновой активностью и большей открытостью берегов островов с тихоокеанской стороны (меньшее количество глубоких закрытых бухт), а также эпизодическими экстремальными событиями, такими как сильные шторма и цунами. Также обращает на себя внимание факт сокращения протяженности отступающих берегов на

тихоокеанской стороне всех островов. Это, вероятнее всего, связано, во-первых, с более частой приуроченностью активных вулканов к западным областям островов, а, во-вторых, – с более существенной волновой активностью на тихоокеанской стороне островов, которая за более короткий промежуток времени позволяет полностью переработать поступивший пролювиально-пирокластический материал селей, лахаров, крупных оползней и др.

Практически на всех островах (за исключением о-вов Зеленый, Полонского, Броутона и Брата-Чирпоева) распространение относительно стабильных берегов на тихоокеанской стороне меньше, чем на охотской, при этом увеличена доля стабильных берегов (кроме крупнейших островов Большой гряды). Возможными причинами такого распределения могут служить фактор времени и стойкости пород на островах Малой гряды (древние устойчивые к абразии вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы), а также недавняя сильная сейсмическая активность, приведшая к поступлению большого количества крупнообломочного материала.

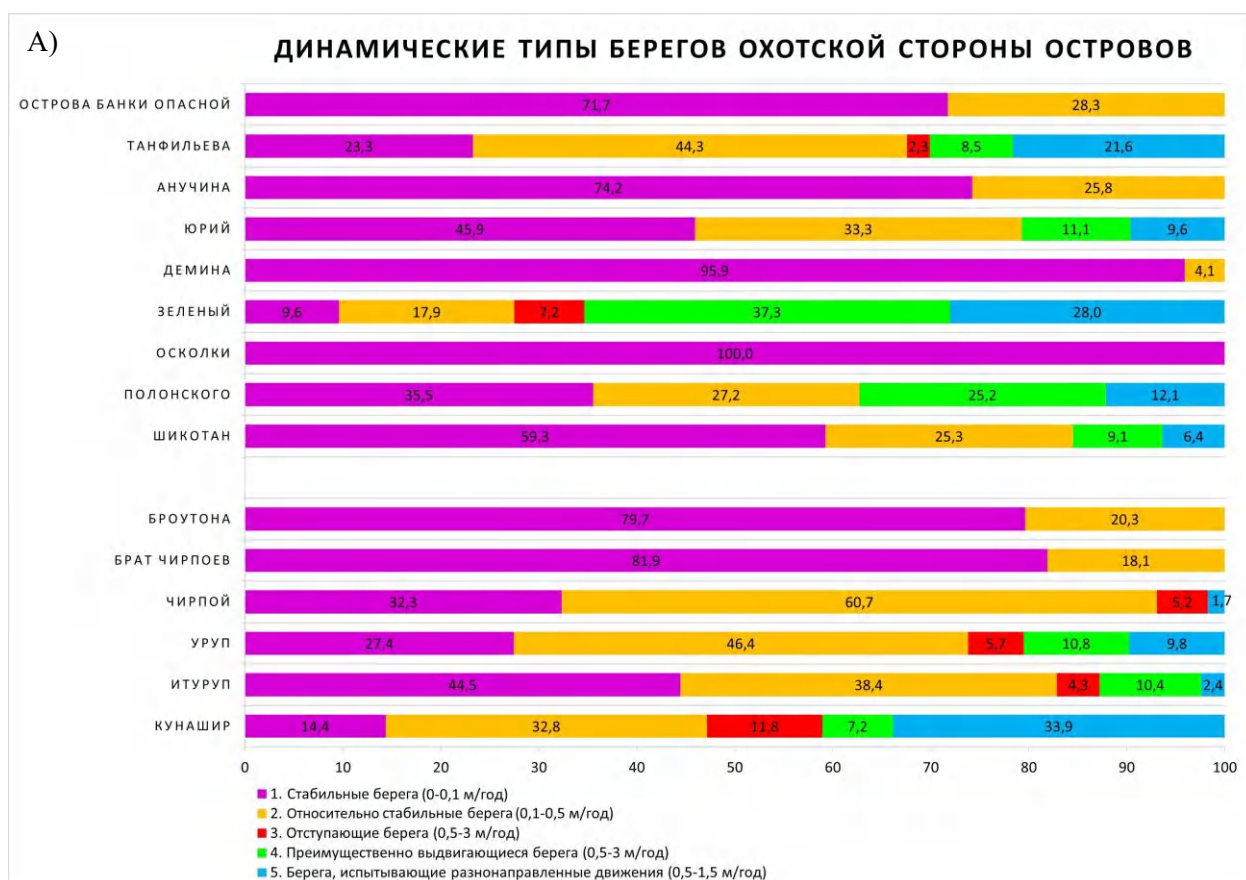




Рисунок 4.1.37. Распределение динамических типов берегов Южных Курильских относительно акваторий: а) Охотоморской, б) Тихоокеанской

4.2. Воздействие цунами на динамику берегов Южных Курил¹¹

Главным опасным явлением для побережья Южных Курильских островов является цунами. Тихоокеанское побережье островов относится к цунамиопасному, охотоморское – к потенциально цунамиопасному районам. Повторяемость сильных цунами (более 4 м) для тихоокеанского побережья оценивается раз в 50-100 лет, высотой 2-4 м – раз в 25 лет, высотой 1-2 м – раз в 10 лет (Го, Кайстренко, Пелиновский, 1988) (см. прил. 3). Максимальные теоретические высоты волн цунами на тихоокеанском побережье могут достигать 8-12 м, на западном побережье – 2-4 м (Геосистемы переходных зон, 2018). На основной территории восточного берега раз в 100 лет высоты волн цунами могут достигать 4-6 м, локально до 8 м (рис. 4.2.1, 4.2.2).

¹¹ При подготовке данного раздела диссертации использована следующая публикация, выполненная автором лично:

Кузнецов М.А. Морфодинамика берегов острова Итуруп (Южные Курильские острова) // Труды IX Международной научно-практической конференции Морские исследования и образование (MARESEDU-2020) Том III (III): [сборник]. — Т. 3. — ООО ПолиПРЕСС Тверь, 2020. — С. 123–126.

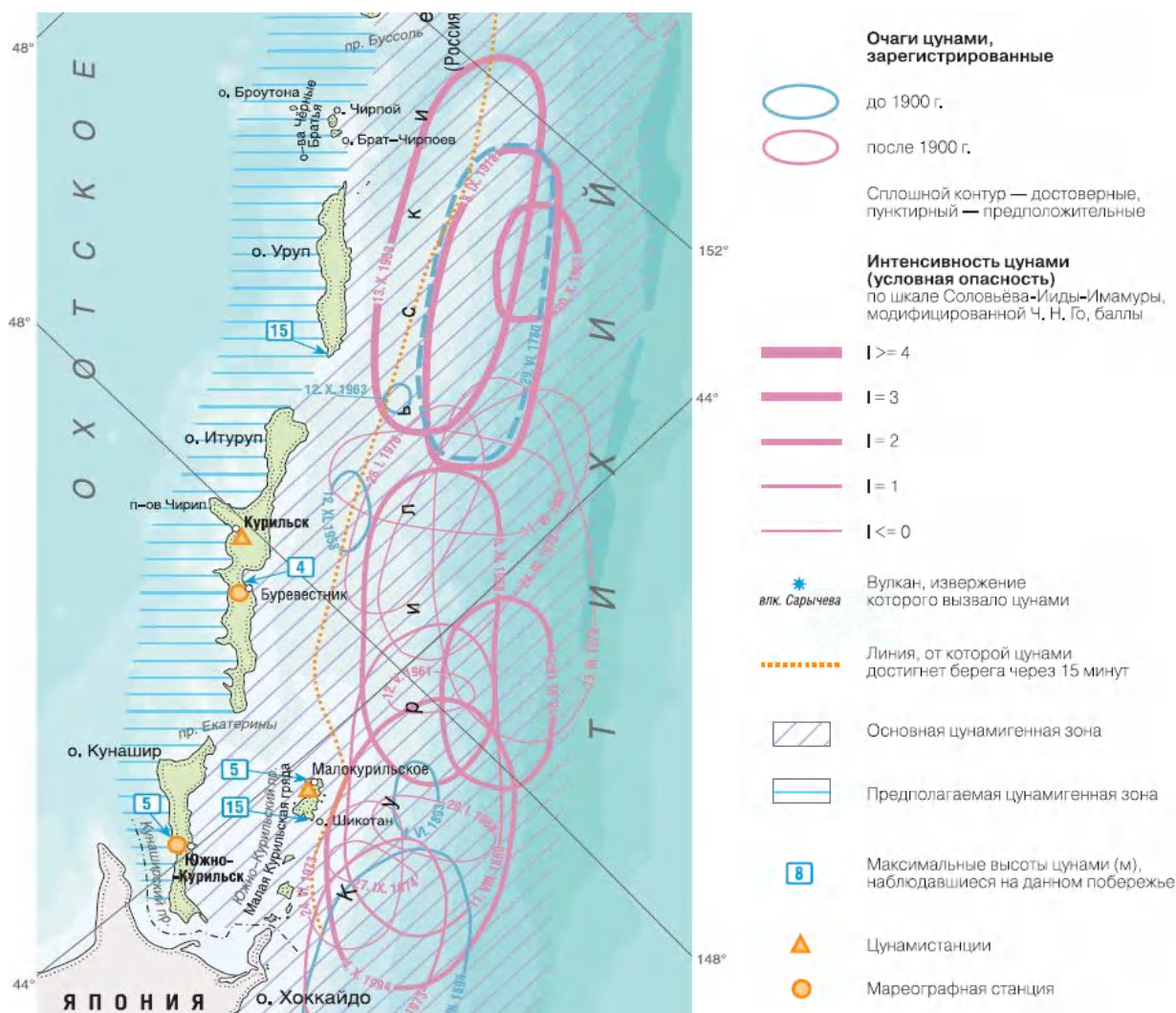


Рисунок 4.2.1. Фрагмент карты интенсивности цунамиопасности в районе Южных Курильских островов (Атлас Курильских островов, 2009)



Рисунок 4.2.2. Фрагмент карты высот цунами в районе Южных Курильских островов (Атлас Курильских островов, 2009)

Следы цунами 20 октября 1963 г., 4 (5) октября 1994 г. и 11 марта 2011 г. свидетельствуют о том, что вся тихоокеанская сторона островов подверглась их воздействию. Максимальная зафиксированная высота заплеска цунами 1963 г. на

Итуруп составила 8 м (по Кайстренко, 2016), а в 1994 г. – до 2,3 м (Шикотанское землетрясение..., 2014, см. рис. 5б) и до 2,1 м в 2011 г. (табл. 4.2.1).

Таблица 4.2.1. Высоты заплесков наиболее значимых цунами в основных населённых пунктах Южных Курильских островов (в м) (Шевченко и др., 2018)

Остров, населенный пункт	1958	1960	1963	1969	1975	1994	2011
Итуруп, Буревестник	3.0	2.5	1.5	1.0	0.4	2.3	2.1
Итуруп, Курильск	–	1.0	0.7	0.6	–	0.3	0.3
Кунашир, Южно-Курильск	2.5	2.2	1.0	1.1	0.6	4.0	2.2
Кунашир, Серноводное	2.5	–	1.0	–	–	1.6	1.6
Шикотан, Малокурильское	3.5	4.0	1.5	1.0	0.6	2.5	1.6
Шикотан, Крабовозовское	5.0	–	2.5	1.0	1.5	2.6	1.5

Примечание. Красным отмечены наибольшие зарегистрированные заплески в данном пункте.
Прочерк – нет данных.

Резкое усиление размыва берегов Кунашира, Итурупа и островов Малой гряды зафиксировано во время Шикотанского землетрясения 4 (5) октября 1994 года и последовавшего за ним цунами. Вдоль всего берега залива Касатка (Итуруп) отмечалось его затопление и размыв пляжей и 1 берегового вала. Максимальные заплески волн цунами зафиксированы в самой южной части залива (пос. Буревестник) и на северо-востоке, где высоты заплесков составили 2,3 и 2,2 м при глубине проникновения до 70 м (на юге) и до 15 м (на северо-востоке). В кутовой части бухты высота заплеска составила от 1,2 до 1,9 м с глубиной проникновения от 33 до 48 м. На о-ве Кунашир наибольшее затопление испытало побережье в районе бухты Южно-Курильская, глубина проникновения до 880 м при высоте заплеска до 4 м, средняя глубина заплеска по тихоокеанскому побережью составила 30-40 м при высотах заплеска 3-4 м (рис. 4.2.3) (Шикотанское землетрясение..., 2014).

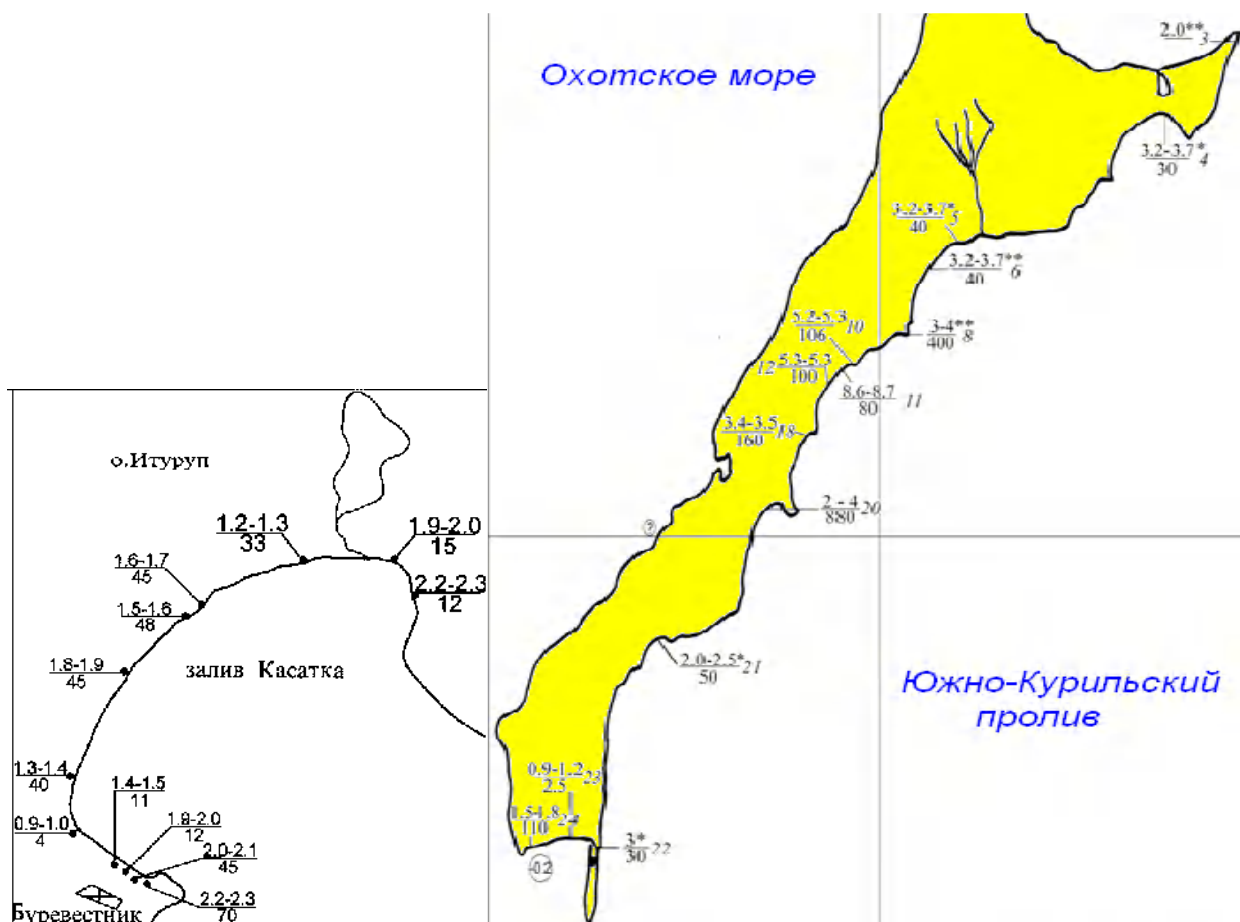


Рисунок 4.2.3. Высота (числитель) и дальность затопления (знаменатель) берегов залива Касатка и о-ва Кунашир в результате Шикотанского цунами 4 октября 1994 г. (Шикотанское землетрясение..., 2014)

На абразионных берегах тихоокеанского побережья следы заплеска цунами хорошо видны у мыса Отливного (Итуруп) на абсолютных высотах до 3-4 м (рис. 4.2.4). Можно полагать, что это не штормовые подрезы, поскольку уступ от океана отделён широким бенчем – до 80 м (надводная часть).



Рисунок 4.2.4. Цунамигенные подрезы 2011 г. на склонах у м. Отливного (фото автора)

Ниже приводятся сведения о проявлениях цунами на побережье островов Малой Курильской гряды по данным (Шикотанское землетрясение..., 2014).

На острове Шикотан в бухте Малокурильская (на севере острова) цунами проявилось как резонансные сейшевые колебания с амплитудой до 3,6 м и периодом около 20 мин; сильно пострадали причалы и пришвартованные суда.

Основная часть значений высот и дальности заплесков цунами в бух. Малокурильской получена из показаний очевидцев. Кроме того, на значительной части побережья хорошо проявлялся след мазута, разлившегося по акватории бухты из танков, поврежденных землетрясением. Этот след также использовался для определения заплесков цунами (рис. 4.2.5)

Бухта Крабовая. Заплеск прошел на расстояние 300 м (по реке до 400 м). Дом (на расстоянии 48 м от моря) был сорван с фундамента и сдвинут в сторону, разрушен мост. В горле бухты высота цунами над приливом не превышала 2 метров.

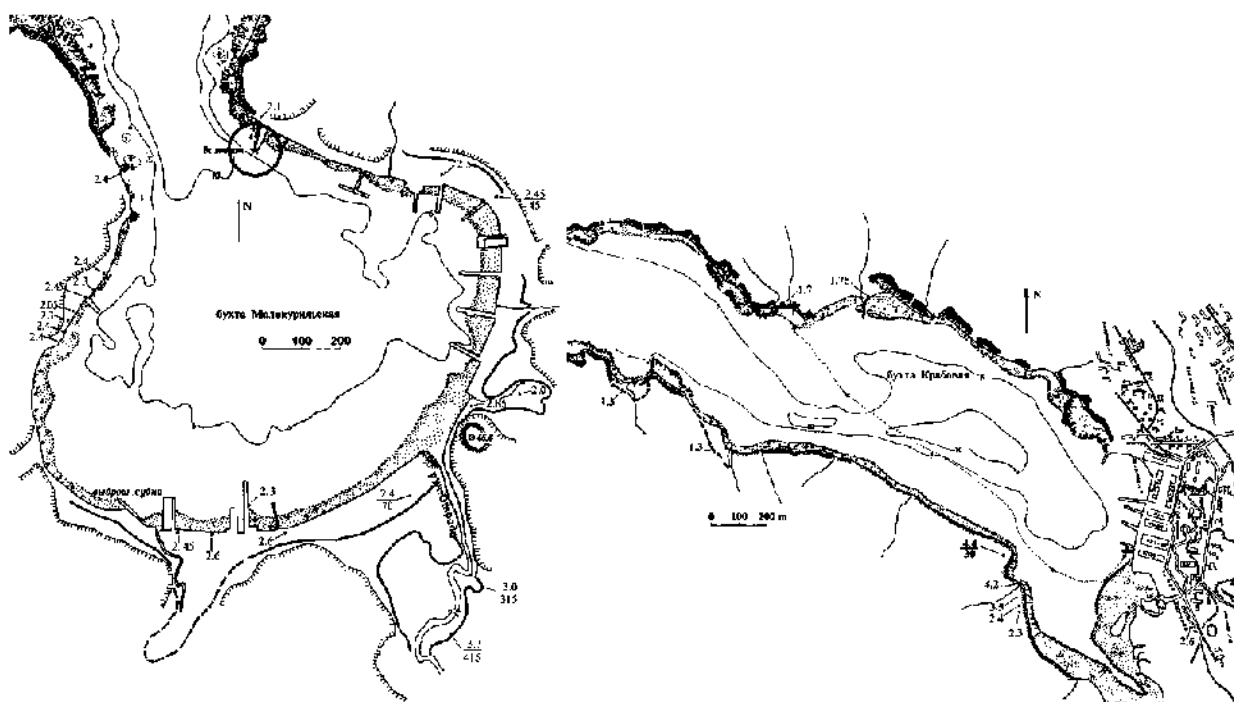


Рисунок 4.2.5. Схема зоны затопления бухт Малокурильская и Крабовая (граница обозначена жирной линией), значения вертикальных (число или числитель дроби) и горизонтальных (знаменатель дроби) заплесков цунами даны в метрах.

(Шикотанское землетрясение..., 2014)

Явные следы заплеска цунами были обнаружены в бухте Церковная на восточной стороне острова. Уровень заплеска довольно однороден, в основном

На *острове Танфильева* следов цунами, отличных от штормовых, не обнаружено. На *острове Анучина* цунами не наблюдалось. Берега острова, кроме южного, обрывистые (Шикотанское землетрясение..., 2014).

Первое исторически зафиксированное цунами на острове Уруп произошло 18 июня (3 июля) 1780 года. Высота заплеска цунами 08.09.1918 г. ($M_s=8,25$) на Уруп составила от 2 до 12 м. Служба предупреждения о цунами на Дальневосточном побережье СССР была создана в 1958 г. и впервые задействована при Урупском землетрясении 6-7 ноября 1958 г. ($M_s = 8,25$). Высота заплеска цунами на о-ве Уруп составила <3 м (Разжигаева и др., 2011). На юге о. Уруп высота Симуширского цунами 15.11.2006 и 13.01.2007 была в пределах штормовой досягаемости, а дальность заплеска не превышала расстояния от уреза до вершины первого активного вала (Пинегина и др., 2008).

Учитывая строение рельефа побережья островов, можно предположить, что ширина максимального проникновения волн цунами вглубь суши в заливы, такие как, например, Касатка на о. Итуруп (при теоретической максимально возможной высоте волн в 8-12 м) может достигать 200-250 м, на о. Уруп в районе залива Токотан, можно полагать, что ширина максимального заплеска цунами вглубь суши может достигать 3 км (при высоте заплеска 2-3 м, урез озера Токотан составляет 2,5 м на самой удаленной точке). Довольно глубоко (на первые сотни метров) волны цунами могут проникать вглубь островов по днищам некоторых долин (*рис. 4.2.7, см. прил. 3*).



Рисунок 4.2.7. Район устья р. Ильюшина (Винай) на Кунашире. Будка и лодка, перемещенные Шикотанским цунами 1994 г. Фото Г.Л. Коффа

Из сказанного выше можно сделать следующие **выводы**. Сравнение контуров береговых линий на разновременных космоснимках показало, что устойчивые берега за последние 40 лет фактически не отступили (величина их отступления находится в пределах точности снимков и приливно-отливных колебаний). Максимальные для них скорости отступления береговой линии наблюдаются у абразионно-денудационных берегов с валунно-глыбовой отмосткой (подтип 4.1), не превышающие 0,2-0,3 м/год (локально до 0,5 м/год) (Кузнецов, 2020).

Наибольшие изменения претерпели абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях (подтип 1.2), и аккумулятивные (тип 5) с 1980 по 2023 гг (Кузнецов, 2020).

Абразионные берега подтипа 1.2 испытали отступление в среднем на 2-2,5 м/год (до 4 м/год) в районе Головнинского клифа, а также на западном берегу у подножия вулкана Головнина (Кунашир), в районе Белых скал в заливе Простор, на западе тихоокеанского берега Ветрового перешейка и до 5 м/год на тихоокеанской стороне Дозорного перешейка (Итуруп), на 1,2 м/год (до 2 м/год) в районе вулканов Берга, Три Сестры, Антипина и г. Высокой на охотоморской стороне острова Уруп.

Аккумулятивные берега за последние 40 лет были наиболее динамичны. Максимальное выдвигание испытали берега п-ова Весловский (в среднем, около 2,5 м/год, местами, в головной части, до 4 м/год) и берег в районе б. Головнина (около 1,5-1,7 м/год), а также в приустьевой части р. Филатова (1,5-2 м/год, в приустьевой части до 2,5 м/год) (Кунашир), залива Доброе Начало (около 2,5 м/год, местами до 5 м/год), Одесского залива (около 2 м/год, локально до 4 м/год) и бухты Медвежьей (1,5-2 м/год, в центре до 2,5 м/год) (Итуруп), берега бухт Димитрова и Церковной (Шикотан) – 30-40 м (0,8-0,9 м/год). Вместе с тем, участки берега бухт Димитрова и Церковной подверглись размыву вследствие воздействия цунами 1994 г. и отступили на 15-20 м. Итоговые скорости выдвигания аккумулятивных берегов были невелики – до 0,5 м в год. В то же время выяснилось, что аккумулятивные по виду берега Куйбышевского залива и восточные берега залива Простор за последние 40 лет испытывают преимущественно размыв (в Куйбышевском заливе – 1,2-1,5 м/год, в заливе Простор – 1 м/год, до 2,5 м/год)

(Кузнецов, 2020). Максимальное выдвигание на о. Уруп испытали берега залива Токотан. Общее за 40 лет (с 1980 по 2023) выдвигание составило 60-70 м (0,8-0,9, до 1,7 м/год). Наибольшие выдвигания испытали берега в устьевых участках рек и ручьев – максимально до 120 м в приустьевой части р. Шабалина (около 3 м/год). Вместе с тем, некоторые участки берега отступили на 10-15 м.

Аккумулятивные берега открытой акватории Тихого океана и Охотского моря за последние 40 лет испытывали разнонаправленные движения, их развитие ограничивается конфигурацией небольших бухт – открытость бухт к волнению, дальность от берега и угол подхода входящих мысов бухт, а также наличие широких бенчей, препятствующих сильному волновому воздействию. Итоговые скорости выдвигания аккумулятивных берегов были невелики – до 0,5 м в год.

В 18 наиболее крупных заливах и бухтах с наибольшими изменениями берегов по результатам дешифрирования космоснимков за период с 1980 по 2023 годы, исследования морфологического облика, гранулометрии и минералогии пляжевого материала (на 6 крупных участках) и анализа розы ветров были выявлены направления перемещения наносов. Обнаруженные факты вдольберегового перемещения материала в ряде случаев обусловлены господствующими ветрами северо-западного и северного направлений в сезон зимних штормов. Наличие активного вдольберегового перемещения наносов может привести к заносимости причальных сооружений (Кузнецов, 2020).

Глава 5. Прогноз развития берегов Южных Курильских островов и рекомендации по их использованию в хозяйственных целях

5.1. Особенности эволюции берегов в условиях преимущественно тектонических воздыманий территории (сверхдолгосрочный прогноз)¹²

Берега Южных Курильских островов подразделяются по стадиям их развития. Берега, приуроченные к областям вулcano-тектонических морфоструктур позднеплиоцен-четвертичного возраста, морфологически (в плане) подразделяются на 2 класса: мелкоконтурные зубчатые и выравнивающиеся.

Мелкоконтурные зубчатые берега образуются при освоении абразией ослабленных зон трещиноватости в эффузивных породах, образующихся в период прекращения движения лавы и её неравномерного застывания, а также из-за наиболее интенсивных тектонических движений. Такой берег представляет собой одну из ранних стадий развития абразионного берега (Дэвис, 1962), вероятно, это места наиболее поздних выходов изверженных пород в береговую зону. В дальнейшем выступы более прочных пород под действием волн могут совсем отделиться от берега и превратиться в кекуры (абразионные останцы). Участки таких берегов располагаются под склонами наиболее молодых вулканических аппаратов (Кузнецов, Рычагов, 2020) (рис. 5.1.1).



Рисунок 5.1.1. Мелкоконтурные зубчатые берега под склонами: а) вулкана Атсонупури (о. Итуруп), б) г. Высокой (о. Уруп). Источник: Google Earth

Выравнивающиеся берега – следующая стадия развития абразионного берега.

¹² При подготовке данного раздела диссертации использована следующая публикация, выполненная автором в соавторстве:

Кузнецов М.А., Рычагов Г.И. Структурная приуроченность берегов острова Итуруп (Курильские острова) // VIII Шукинские чтения: рельеф и природопользование. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. МГУ имени М.В. Ломоносова, геогр. ф-т, каф. геоморфологии и палеогеографии / Под ред. Е.Н. Бадюкова, В.Р. Беляев, Ю.Р. Беляев и др. М. 2020. С. 673–679.

Береговая зона длительное время не испытывала поступления нового вулканического материала при извержениях. Происходит постепенная выработка абразионной платформы (бенча) и поступление в кутовые части бухт продуктов разрушения с мысов. Окончания выступов более прочных пород превратились в кекуры. Такие берега есть под склонами каждого вулкана, выходящего в береговую зону (рис. 5.1.2). В дальнейшем (при сохранении существующего тектонического режима), они будут в меньшей степени подвергаться волновому воздействию вследствие тектонического поднятия территории и постепенного увеличения ширины пояса валунно-глыбовой отмостки (Кузнецов, Рычагов, 2020).

Со временем такие берега, при отсутствии поступления на них изверженного материала и резких тектонических движений блоков островов, а также колебаний уровня Мирового океана, превратятся в выровненные берега (например, берега к западу от вулкана Руруй, о. Кунашир, рис. 5.1.3). В настоящий момент наибольшие площади они занимают на Итуруп, который, по данным (Разжигаяева и др., 2003) за плейстоценовое время поднимался с меньшей скоростью, чем Кунашир (до 0,15 мм/г и 0,28 мм/г, соответственно).

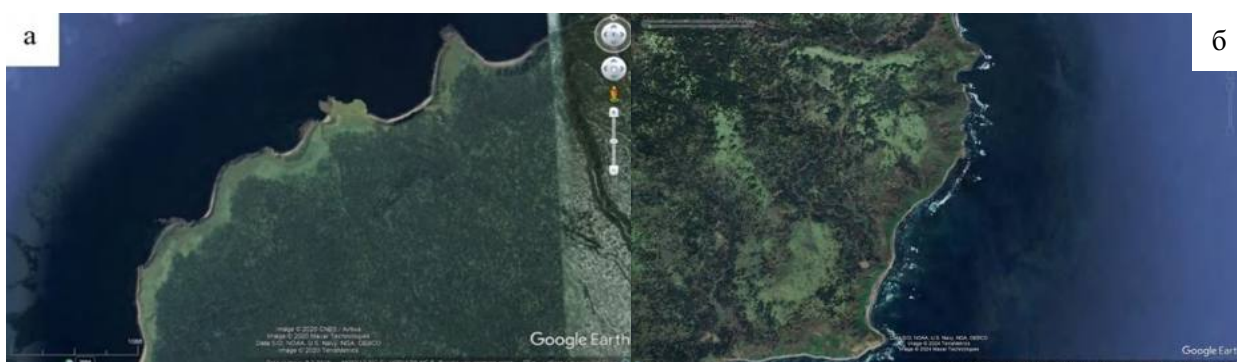


Рисунок 5.1.2. Выравнивающиеся берега под склонами вулканов: а) Стокап (о. Итуруп), б) Менделеева (о. Кунашир). Источник: Google Earth



Рисунок 5.1.3. Выровненный берег под склонами вулканов Руруй и Сибирцева (о. Кунашир).
Источник: Google Earth

Берега, приуроченные к перешейкам, также разделяются на 2 класса: выравнивающиеся и выровненные. Выравнивающиеся берега располагаются либо на перешейках, «зажатых» между двумя мощными вулcano-тектоническими структурами, которые активно поставляли на них материалы извержений (рис. 5.1.4а), либо в наиболее узких частях перешейков (рис. 5.1.4б).



Рисунок 5.1.4. Выравнивающиеся берега перешейков о. Итуруп: а) северо-запад Осеннего, б) север Рока. Источник: Google Earth

Выровненные берега (рис. 5.1.5) – завершающая стадия формирования берега, располагаются они либо на перешейках, выходящих на открытые побережья, либо в крупных заливах, таких как, например, Простор, Доброе Начало, Касатка, Токотан и др. На открытых побережьях они образовались в результате абразии малоустойчивых пород (например, пемз на Ветровом и Дозорном перешейках) при достаточно приглубом дне. Волны, абрадируя берег, уносят материал на подводный береговой склон, так как его крутизна не дает возможности для образования мощных аккумулятивных форм вдоль берега. Образование пляжей происходит по мере отступления уступов размыва. На спутниковых снимках видно, что местами берег отступает довольно быстро, о чём свидетельствуют висячие устья оврагов (рис. 5.1.5а). Эрозионный врез отстаёт от темпа абразии берега. Постепенно обломочный материал скапливается на подводном береговом склоне, тем самым выполаживая его. В результате может быть образован отмирающий абразионный берег (Кузнецов, Рычагов, 2020).

Заливы вне перешейков обычно располагаются в зонах развития дизъюнктивной тектоники, либо они «зажаты» между вулcano-тектоническими морфоструктурами. Берега заливов преимущественно выровненные, в меньшей степени выравнивающиеся. В заливах мелкоконтурные берега практически отсутствуют, локальные участки располагаются в местах выходов интрузий и

локальных эффузивных потоков, например, скала Чёртовка в заливе Касатка и Чёрные скалы в заливе Простор. Со временем такие берега перейдут в стадию выравнивания (Кузнецов, Рычагов, 2020).



Рисунок 5.1.5. Выровненные берега перешейков: а) юг Рока (о. Итуруп), б) Сквозняковый (о. Уруп). Источник: Google Earth

5.2. Прогноз развития берегов региона на ближайшие 50 лет¹³

На основании данных о морфологическом облике, геологическом строении и динамике берегов, полученных во время полевых исследований 2019-2022 гг., данных камеральной обработки и анализа космоснимков (с 1980 по 2023 гг.) можно дать прогноз развития берегов Южных Курильских островов на ближайшие 50 лет. Этот срок объясняется глубиной ретроспективного анализа (около 40 лет) и сроком службы причальных сооружений. Прогноз дан в соответствии с выработанной автором классификацией берегов.

Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике (подтип 1.1, см. прил. 4). Устойчивы к волновому воздействию и в течение ближайшего времени будут сохранять свой облик. В настоящее время большая часть этих берегов (разновидность 1.1.2) испытывает поднятие, о чём свидетельствует наличие широких надводных бенчей (см. рис. 3.2.2, 3.2.10).

Однако, берег такого типа может существенно измениться при мощных извержениях активных вулканов (Тятя, Головнина, Богдана Хмельницкого, Ивана Грозного, Атсонупури, Берга, Три Сестры, Сноу и др.). На участках достижения

¹³ При подготовке данного раздела диссертации использована следующая публикация, выполненная автором лично, в которой, согласно положению о присуждении учёных степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования:

Кузнецов М.А. Берега острова Итуруп: морфология, динамика, прогноз развития // Геоморфология. — 2021. — Т. 52, № 1. — С. 51–60. DOI: 10.31857/S0435428121010089.

береговой линии лавовыми, пирокластическими и лахаровыми потоками произойдёт её выдвижение (как это не раз происходило в 20 веке). На месте лавовых потоков могут образоваться новые (надолго сохраняющиеся) мысы, а на месте пирокластических конусов в довольно короткий отрезок времени могут образоваться бухты. Таким образом, положение береговой линии этого типа берега будет, по существу, определяться активностью упомянутых выше вулканов. Морфологически этот берег будет оставаться таким же, как и сейчас, – мелкоконтурным зубчатым (рис. 5.2.1).



Рисунок 5.2.1. Мелкоконтурный зубчатый берег в районе точки ИТ-20 у подножия вулкана Богдан Хмельницкий (о. Итурун). Источник: Google Earth

Берега такого облика вблизи неактивных вулканических аппаратов (Герасимова, Урбич, Буревестник, Камуй, Медвежья, Струве, Петра Шмидта, Нотори, и др.) морфологически за этот период времени изменятся слабо. Однако, при прогнозировании развития этих берегов на значительно более длительные отрезки времени (сотни-тысячи лет) важно отметить, что развитый здесь широкий бенч (разновидность 1.1.2) вследствие поднятия территории будет выходить из-под влияния современного волнового воздействия и ныне активные лавовые клифы будут постепенно отмирать.

Абразионные берега с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанные в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях (подтип 1.2, см. прил. 4), на протяжении последних 40 лет отступают со скоростями 0,5-3 м/год (до 4-5 м/год), и, видимо, эта тенденция, в целом, сохранится. Однако этот процесс не будет равномерным. Он будет зависеть от

высоты клифа и длины участка обрушения берега, которые определяют количество материала, поступающего в береговую зону и предотвращающего на тот или иной отрезок времени отступление клифа (Кузнецов, 2021) (см. рис. 3.2.12, 3.2.13). На конфигурацию береговой линии влияют конусы выноса оврагов, расчленяющих клиф. Такие участки берега отступают с меньшими скоростями (около 0,5-1 м/год) из-за постоянной подпитки пляжей материалом. Здесь часто формируется своеобразный «фестончатый» тип береговой линии (Дунаев и др., 2019) (рис. 5.2.2).



Рисунок 5.2.2. Мегафестоны на берегу залива Простор (о. Итуруп)
(фото Афанасьева В.В.)

Абразионные ступенчатые берега с крутыми склонами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике (тип 2, см. прил. 4), подобно подтипу 1.1., также будут оставаться стабильными. Их «террасированность» свидетельствует о повышенных скоростях тектонического поднятия.

Не претерпят морфологических изменений **низменные абразионные берега без клифов, с вышедшими за пределы современного волнового воздействия бенчами, выработанные в эффузивах** (тип 3, см. прил. 4), хотя пространственное положение береговой линии будет изменяться. Она будет смещаться в сторону моря или в сторону суши в зависимости от уклона бенча и соотношения скоростей тектонических движений и поднятия уровня Мирового океана. Зная величину уклона бенча, можно довольно точно определить положение береговой линии при том или ином положении уровня Мирового океана (Кузнецов, 2021) (см. рис. 3.2.18, 3.2.19).

Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике, бронированные обвальными осипными шлейфами и валунно-глыбовой отмосткой (подтип 4.1, см. прил. 4), в ближайшее время также сохраняют свой облик. В дальнейшем они будут

в меньшей степени подвергаться волновому воздействию вследствие поступления склонового материала и постепенного увеличения ширины пояса отмостки, служащей естественной берегозащитной формой рельефа (Кузнецов, 2021).

Абразионно-денудационные берега с отмирающими клифами, выработанные в эффузивах и литифицированной пирокластике, бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием (подтип 4.2, см. прил. 4), в ближайшее время останутся без каких-либо заметных изменений. Так как острова находятся в зоне сильнейших землетрясений, обвальные конусы здесь будут постепенно пополняться крупноглыбовым сейсмогенно-коллювиальным материалом, устойчивым к волновому воздействию. К данному подтипу берега могут постепенно добавляться участки берегов подтипа 1.1.

Аккумулятивные берега с полнопрофильными галечно-песчаными пляжами (5 тип, см. прил. 4) приурочены, в основном, к кутовым частям заливов и бухт, хотя встречаются и на открытом тихоокеанском побережье (самый протяженный участок – п-ов Весловский до 14 км (Кунашир) и участок м. Хива – м. Перевалочный – 12 км (Уруп)). На участках аккумулятивных берегов можно ожидать сохранения их облика и постепенного выдвигания береговой линии. Однако, такие берега могут временно размываться в сильные штормы и при прохождении цунами.

Техногенные берега (см. прил. 4) на протяжении последних 40 лет оставались стабильными, вероятно, эта тенденция будет сохраняться и впредь, при должном техническом обслуживании причальных и берегозащитных сооружений. Вызывает опасения участок берега на юго-западе о. Уруп, где на протяжении последних 10 лет активного воздействия, вследствие неучёта вдольберегового перемещения материала, он испытывает разнонаправленные движения: с одной стороны – аккумуляцию при заполнении входящего угла и низовой размыв – с другой. При отсутствии реакции со стороны компании «КурилГЕО», в ближайшее время ранее аккумулятивные пляжевые берега перейдут в разряд абразионных с активными уступами размыва в рыхлых отложениях (подтип 1.2), что повлечет за собой разрушение хозяйственных и жилых построек на берегу.

5.3. Рекомендации по использованию берегов в хозяйственных целях¹⁴

На Южных Курильских островах планируется расширение зоны хозяйственного освоения, в том числе создание причальных сооружений (в связи с реализацией Стратегии социально-экономического развития Сахалинской области «Социально-экономическое развитие Курильских островов на 2016 – 2025 годы» (с изменениями на 6 августа 2020 года), конкретно – в связи со строительством и реконструкцией объектов муниципальной собственности на Южных Курильских островах, в том числе объектов берегового строительства (приложение 1, пункт 1.3 Развитие портовой инфраструктуры на Курильских островах)). Без понимания процессов функционирования береговой зоны невозможно долгосрочное экономически выгодное использование этой территории.

Одной из ключевых целей данного исследования являлось выявление участков береговой зоны, наиболее благоприятных для ведения на них хозяйственной деятельности (возведение причальных сооружений и подходов к ним). Для достижения этой цели использовались результаты исследований морфологии, геологического строения, динамики берегов и опасных процессов на берегах.

Как видно из вышеизложенного, абразионные берега подтипа 1.1, хотя и являются наиболее устойчивыми к волновому воздействию, однако они малопригодны для освоения из-за больших высот и крутизны клифов (см. рис. 3.2.7).

Абразионные берега в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях подтипа 1.2 непригодны для освоения из-за их активного отступления 0,5-3 м/год (максимально до 4-5 м/год), но, по мнению автора, являются ценными геоморфологическими объектами – памятниками природы – и могут быть использованы в рекреационных целях.

Абразионные ступенчатые берега 2 типа устойчивы к волновому воздействию и обладают приглубым подводным береговым склоном. Однако узость большинства абразионных террас и примыкание их к высоким крутым склонам делает эти берега непригодными для освоения.

¹⁴ При подготовке данного раздела диссертации использована следующая публикация, выполненная автором лично, в которой, согласно положению о присуждении учёных степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования:

Кузнецов М.А. Берега острова Итуруп: морфология, динамика, прогноз развития // Геоморфология. — 2021. — Т. 52, № 1. — С. 51–60. DOI: 10.31857/S0435428121010089.

Для этих целей подходят только те участки этого типа берега, за которыми высокий крутой склон отсутствует или имеет пологий наклон. Автором выделен участок такого берега, пригодный для хозяйственного освоения (см. прил. 4): это участок протяжённостью около 1 км на севере залива Доброе Начало (Итуруп), с многочисленными укромными бухточками для стоянки лодок.

Для приёма судов больших размеров может быть использована восточная оконечность этого участка берега, граничащая с аккумулятивным типом берега. В 1910-40 гг. здесь располагалось японское поселение (Kamoikotan) и в данном месте был оборудован причал (Выборов, 2016), остатки которого можно наблюдать и по сей день (рис. 5.3.1).



Рисунок 5.3.1. Остатки японских причальных сооружений в районе пос. Лесозаводский, о. Итуруп (фото автора). Сооружения отмечены стрелками

Самые редкие низменные абразионные берега без клифа (3 тип) также могут быть вовлечены в хозяйственный оборот (например, участок к северу от порта Китовый, см. прил. 4), поскольку являются устойчивыми к волновому воздействию и подходящими для освоения по характеру рельефа (см. рис. 3.2.18, 3.2.19).

Наиболее благоприятными участками берегов для строительства причальных сооружений являются некоторые участки абразионно-денудационных берегов с валунно-глыбовой отмосткой подтипа 4.1. Эти берега являются довольно устойчивыми к волновому воздействию (до 0,2-0,3 м/год средняя скорость отступления береговой линии, а клифа – локально до 0,5 м) (Кузнецов, 2021).

Выделен ряд участков этого подтипа берега, благоприятных для возведения причальных сооружений: северный фас рейда Тофицкий (у пос. Серноводска), берег у ур. Данилово, берег у оз. Лагунного (Кунашир), кутловая часть бухты Отрадная (Шикотан, рис. 5.3.2) основание северного фланга залива Дозорный, западный край

кутовой части залива Одесский, берег бухты Золотая (в западной части п-ова Пржевальского), участок протяжённостью 2,5 км к северу от оз. Октябрьского (восточный фланг залива Касатка) и основание южного фланга бухты Медвежьей (Итуруп), основание северо-восточного фланга бухт Катаева (п-ов Ван-дер-Линд), Новокурильской и Близнецов (северо-восток острова Уруп) (см. прил. 4).



Рисунок 5.3.2. Участок берега бухты Отрадная (о. Шикотан) благоприятный для строительства причальных сооружений (фото автора)

Надо отметить, что в настоящее время крупный остров Уруп крайне плохо освоен. Особенно важно с прикладной точки зрения его освоение – крупная площадь и наличие золоторудного месторождения на юге острова. Бухта Новокурильская выбрана как особо благоприятная для потенциального строительства причальных сооружений. Исходя из имеющихся данных (крупномасштабные японские топографические карты 1915-1917 гг. и построенные компьютерные модели), для берегов данной бухты сделан более глубокий прогноз развития (на 100 лет).

Для моделирования была построена упрощенная батиметрическая карта бухты, составленная на основе навигационной карты (рис. 5.3.3). Глубины во внутренней части не превышают 10 м. Борта бухты скалистые, окаймлены песчаным пляжем. На дне имеется песчаный слой, который во многих местах прерывается выходами скал. В западной части в бухту впадает р. Быстрая, а в восточной есть несколько ручьев, также поставляющих обломочный материал в береговую зону.

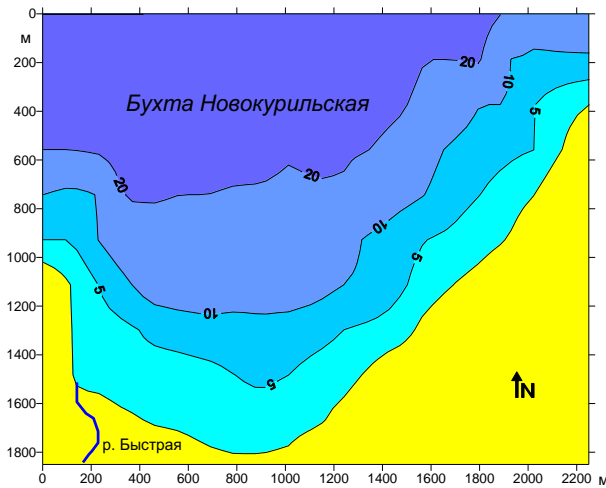


Рисунок 5.3.3. Батиметрия бухты Новокурильской (о. Уруп)

Штормовое воздействие на берега бухты оказывают волны СЗ, С и СВ румбов. Продолжительность воздействий различной силы и направлений характеризует табл. 5.3.1 с 5 характерными волновыми ситуациями (Справочные данные..., 2003). В скобках указаны углы подхода относительно оси бухты (с азимутом 0°).

Таблица 5.3.1. Волновой режим (параметры волн на глубокой воде и их годовая продолжительность для основных волноопасных направлений)
(Справочные данные..., 2003)

№	Высота, м	Период, с	Продолжительность, часы в год		
			СЗ (45°)	С (0°)	СВ (-45°)
1	0.76	6.49	401	102	73
2	2.27	6.83	255	73	66
3	3.78	7.56	66	22	22
4	5.30	8.72	9	2	4
5	6.81	9.79	1	0	0

Наиболее часто встречающиеся (по продолжительности часов в год) волновые ситуации 1 (умеренное волнение), 2 (шторм) и 3 (сильный шторм). Для дальнейших расчетов использовались данные самого распространенного умеренного волнения и сильного шторма.

Для характеристики гидро- и литодинамических процессов было проведено моделирование штормовых течений, вдольбереговых расходов песка и деформаций профиля берегового склона.

Течения. Для расчетов использовалась модель прибрежной циркуляции CIRC-M (Леонтьев, 2001). Результаты, показанные на *рис. 5.3.4*, основаны на параметрах шторма 3 (поскольку параметры такого волнения вносят наибольший перенос воды и материала в бухте) в *таблице 5.3.1*. Как видно, тип циркуляции и скорости течений меняются в зависимости от направления волн.

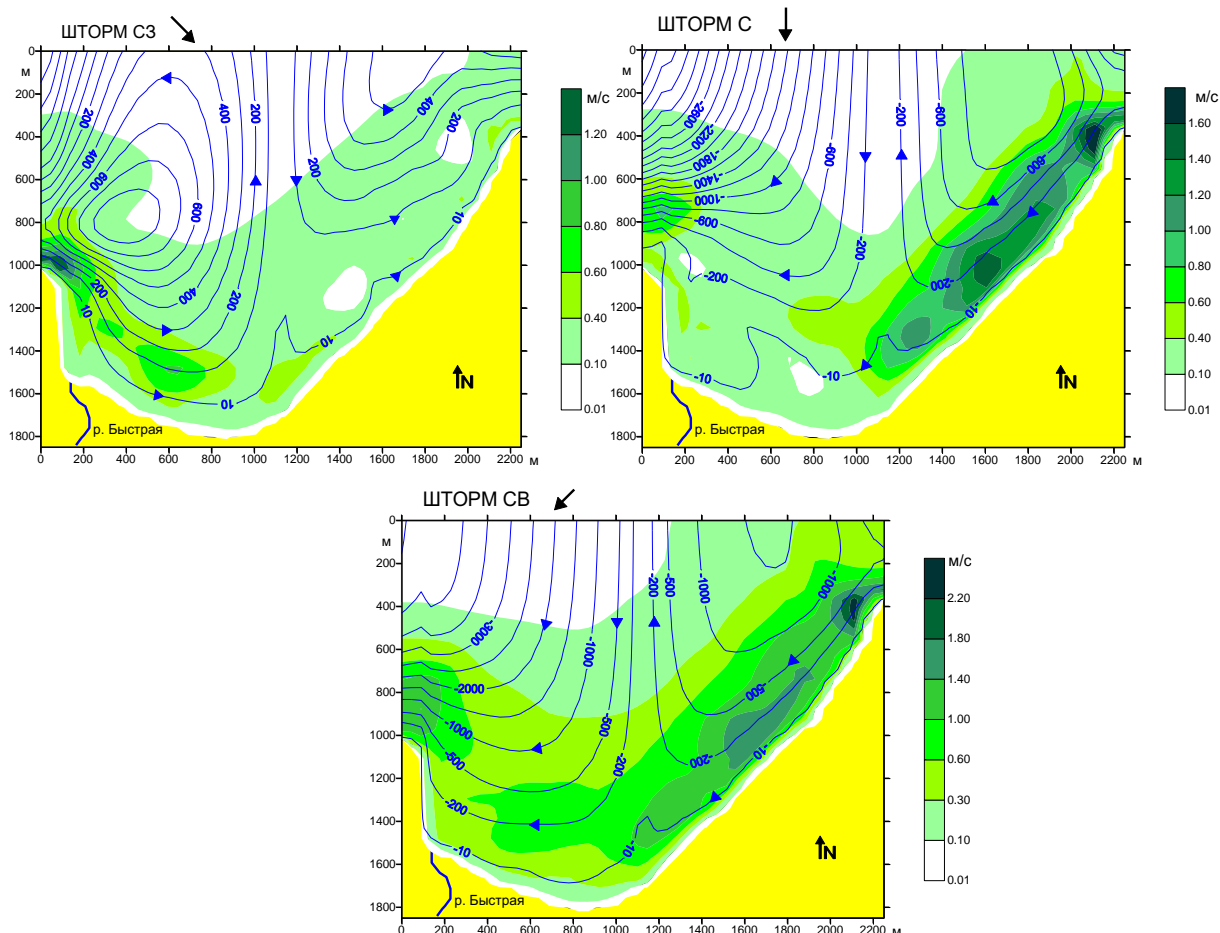


Рисунок 5.3.4. Штормовая циркуляция воды в б. Новокурильской при СЗ, С и СВ штормах.

Линии тока характеризуют расходы воды между берегом и данной точкой (в м³/с).

Направление течений указано стрелками, а их скорости (в м/с) обозначены оттенками зеленого цвета (цветной масштаб дан справа от рисунков)

При СЗ шторме перенос у берегов направлен на восток. В западной части скорости течения достигают 0,8 м/с, а в восточной не превышают 0,4 м/с. В центре бухты отмечается отток воды в море, а немного к востоку – приток к берегу.

При С шторме вдольбереговое течение направлено на запад, причем максимальные скорости (более 1,6 м/с) достигаются в восточной части бухты, а в западной не превышают 0,4 м/с. В центре развиваются течения, направленные как в море, так и к берегу.

Похожая ситуация отмечается при СВ шторме. Однако максимальные скорости течения здесь превышают 2 м/с.

Вдольбереговой транспорт наносов. Характер течений свидетельствует о возможности миграций песка как в западном, так и в восточном направлениях. Количественная оценка транспорта наносов в данном случае встречает серьезные трудности. Дело в том, что существующие методы позволяют рассчитать емкость потока в условиях, когда он достаточно насыщен. В стесненных условиях небольшой бухты с характерной длиной пляжа порядка 1 км поток песка едва ли успевает достичь насыщения. Расчетная величина его будет сильно завышена, особенно в случае штормовых волн значительных размеров. Также следует принять во внимание нарушения, связанные с многочисленными выходами скал на дне. Поэтому приводимые ниже оценки расходов наносов имеют довольно условный характер и далее используются только в качестве индикатора вероятных изменений транспорта наносов вдоль берега. Расчеты основывались на модели LONT-2D (Леонтьев, 2014). Использовались параметры волнения 1 (умеренное волнение) и 3 (сильный шторм), согласно *табл. 5.3.1. (рис. 5.3.5).*

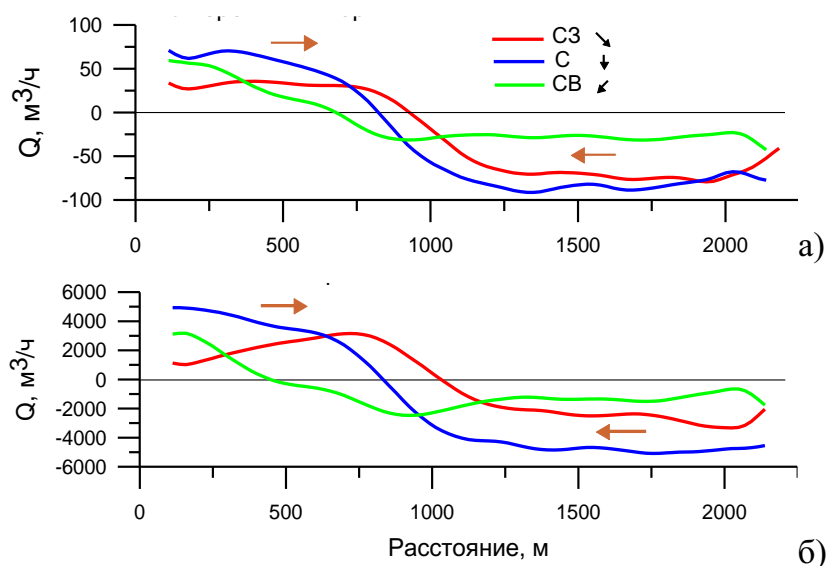


Рисунок 5.3.5. Изменения вдольбереговых расходов песка Q в пределах бухты Новокурильской: а) – умеренное волнение, б) – сильный шторм

Видно, что при сильном шторме расходы наносов оказываются почти на порядок больше, чем при умеренном волнении. В данном случае важно то, что изменения расходов во всех случаях однотипны. При любых штормах наносы транспортируются к центру бухты, где создается область конвергенции и

аккумуляции (в пределах расстояния вдоль берега от 500 до 1000 м).

При С и СВ штормах, как видно из *рис. 5.3.4*, аккумуляция поддерживается течениями, направленными к берегу. Однако при СЗ шторме течения способствуют выносу накопленного материала. С учетом преобладающей продолжительности СЗ волнений (*табл. 5.3.1*) можно предполагать наличие определенного баланса между притоком и убылью материала в центре бухты. Это позволяет допустить, что берега бухты находятся в некотором равновесии с факторами воздействия, а значит, относительно устойчивы и едва ли претерпят существенные изменения в перспективе ближайших десятилетий.

Штормовые деформации профиля берега. Исходный профиль дна по оси бухты также построен на основе навигационной карты. Предполагается, что песок на подводном склоне имеет размер 0,25 мм, а на пляже (по данным гранулометрического анализа) средний размер песка – 0,5 мм, причем мощность песчаного слоя на дне достаточна, чтобы не ограничивать ход морфодинамических процессов. Расчеты проводились с помощью модели CROSS-PB (Леонтьев, 2020) для последовательных волновых ситуаций 1, 3 и 4 (экстремальное волнение) в *табл. 5.3.1*. Продолжительность умеренного волнения 1 принималась равной 24 ч, а сильных штормов 3 и 4 – по 12 ч. Как видно на *рис. 5.3.6*, воздействие волн вызывает развитие подводных валов на подводном склоне.

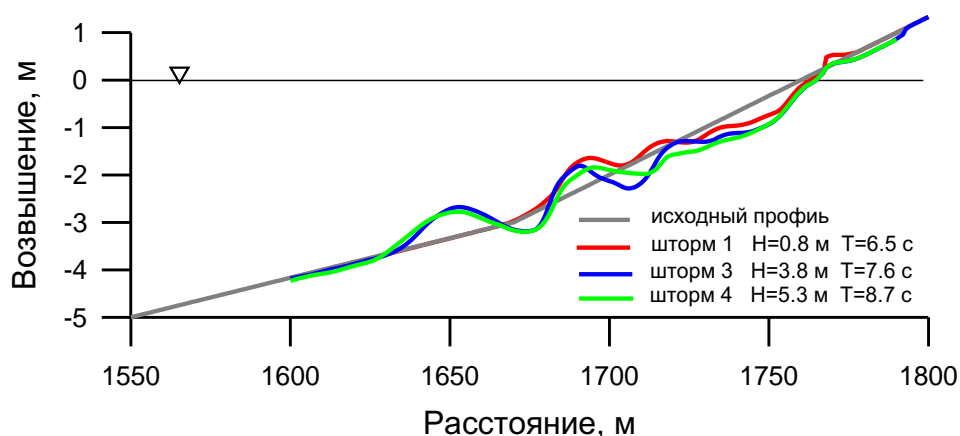


Рисунок 5.3.6. Штормовые деформации берегового профиля при последовательном воздействии умеренного и сильных штормов

При умеренном волнении (слабом шторме, ситуация 1) дно вблизи берега размывается и образуется вогнутый участок профиля, а вал формируется на глубинах около 2 м. При сильных штормах (3 и 4) ситуация повторяется, но

одновременно появляется дополнительный вал на глубинах 3–4 м. Деформации дна, связанные с появлением и возможной миграцией валов, составляют около 1 м. Вогнутый участок у берега изменяется сравнительно мало, и его деформации от шторма к шторму не превышают 0,5 м. Надводный пляж не испытывает заметного размыва при всех рассмотренных ситуациях. Заметим, что подводные валы служат естественной защитой берега и способствуют его сохранению.

Полученные модельные результаты позволяют сделать вывод, что берега бухты Новокурильской достаточно стабильны (что подтверждается данными анализа разновременных космоснимков, *рис. 5.3.7*), и, если исключить маловероятные события типа катастрофических цунами, не претерпят заметных изменений в перспективе ближайших десятилетий. При хозяйственном освоении берегов бухты следует принять во внимание возможность значительных вдольбереговых миграций песка. Предпочтительнее использовать сквозные конструкции причальных сооружений, не препятствующие свободному перемещению наносов.

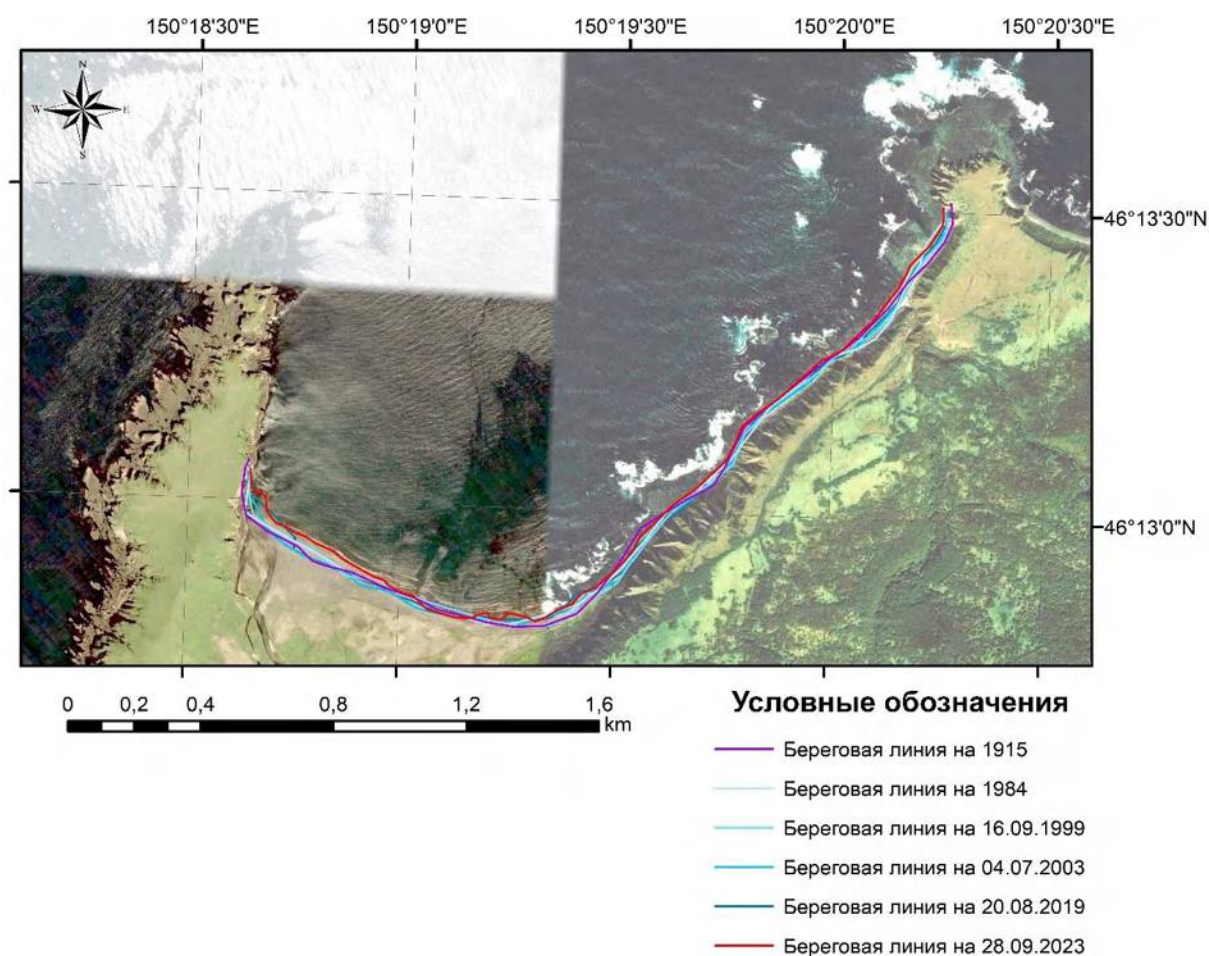


Рисунок 5.3.7. Динамика берегов бухты Новокурильской (1915-2023 гг.)

Восточный берег бухты Новокурильской (Уруп) и восточный берег залива Касатка (Итуруп) в своё время был освоен японцами: на берегу сохранились остатки причальных сооружений и техногенный проход, обеспечивавший подход судов к берегу, шириной около 30 м (рис. 5.3.8).



Рисунок 5.3.8. Участок берега на востоке бухты Новокурильская, благоприятный для строительства причальных сооружений а) состояние на 19 июля 1946 г. (По земле 1000 островов..., 2016), б) 20 августа 2019 г. Стрелками обозначены границы прохода в отмостке (фото автора)

Эти участки побережья (террасовый уровень высотой 5-7 м в тылу дюнного комплекса за поворотом отрога горы Десантной, защищающей от эоловых процессов, в долине ручья с пресной водой, а также 25-40 метровый террасовый уровень) благоприятны и для возведения соответствующей сухопутной инфраструктуры, так как он не подвержен ни штормовому волнению, ни заплеску цунами и удобен в силу выравненности рельефа (рис. 5.3.9). В заливе Касатка (о. Итуруп) также прослеживается этот террасовый уровень (рис. 5.3.10).



Рисунок 5.3.9. Панорама участка берега на восточном фланге бухты Новокурильская. Стрелками обозначены места для потенциального строительства сухопутной инфраструктуры (фото из материалов экспедиции)



Рисунок 5.3.10. Панорама участка берега на восточном фланге залива Касатка, благоприятного для возведения причальных сооружений (здесь происходила высадка экспедиции 2019 г., фото автора)

Участок побережья на северном флансе рейда Тофицкий (террасовый уровень высотой 100-120 м, Уруп) также благоприятен для возведения сухопутной инфраструктуры.

Абразионно-денудационные берега подтипа 4.2 характеризуются повышенной трещиноватостью скальных пород, представлены обвальными конусами и абсолютно не пригодны для освоения (см. рис. 3.2.22, 3.2.23).

По своим морфологическим особенностям подходят для освоения и аккумулятивные берега (тип 5). Но, как было сказано выше, они относятся к высокодинамичным. На фоне их общего выдвигания, периодически, из-за разных углов подхода штормовых волн, они подвержены размыву (рис. 5.3.11).



*Рисунок 5.3.11. Участок свежего размыва берега в центре бухты Близнецов, Уруп
(фото автора)*

Низменные участки суши, примыкающие к аккумулятивным берегам, в особенности на тихоокеанской стороне всех островов Южных Курил, также подвержены размыву вследствие проникновения волн цунами вглубь суши до 40-70 м (при высоте заплеска до 2-3 м), по речным долинам – до первых сотен м (до 3 км по котловине оз. Токотан при высоте заплеска 3-4 м), максимально до 3-4 км (при теоретически возможной высоте заплеска до 12 м), поэтому они малопригодны для строительства на них объектов инфраструктуры. В некоторых кутовых частях заливов и бухт: Южно-Курильской, на участке м. Столбчатый – оз. Лагунное, м. Ремонтный – м. Петрова (Кунашир), Доброе Начало, Одесский, Куйбышевский, Простор, Медвежья (Итуруп), Щукина, Токотан, Новокурильская (Уруп) – не рекомендуется размещать причальные сооружения вследствие активной вдольбереговой составляющей перемещения наносов. Кутовые области бухты Дельфин на западе острова Шикотан очень мелкие по глубине, а примыкающая суша сильно заболочена. Кроме того, аккумулятивные берега – это область широкого развития эоловых процессов, что также осложняет их использование. В случае освоения таких берегов потребуются большие капиталовложения для строительства и поддержания инфраструктуры.

Техногенные берега островов, за исключением порта в пгт. Южно-Курильск, Малокурильское и Крабоводское (Шикотан), пос. Китовое (севернее Курильска) и бухты Оля (пос. Рейдово), находятся в удручающе ветхом состоянии. На взгляд

автора, они размещены корректно, однако для их дальнейшего безопасного использования необходимы значительные капиталовложения. Техногенно изменённый берег на юго-западе о. Уруп нуждается в мероприятиях по защите: необходимо убрать перехват наносов и переместить место для выгрузки в северо-восточную часть залива Щукина (за начало направленного перемещения наносов).

Малые острова Малой Курильской гряды возможно использовать (помимо оборонительных целей) в экономическом плане, вследствие наличия вокруг них 12-мильной зоны территориальных вод и 200-мильной исключительной экономической зоны – добыча полезных ископаемых, рыболовная промышленность, марикультура, редкая фауна. Однако, как правило, такие острова неудобны для возведения причальных сооружений. Все террасы на малых островах заболочены. Острова со значительной долей аккумулятивных берегов и форм рельефа (о-ва Полонского, Зелёный и Танфильева) являются наиболее динамичными. Для их сохранения необходимо укреплять участки размыва. Острова с абразионными и абразионно-денудационными берегами – множество мелких островков-кекуров и о-ва Юрий, Анучина и Дёмина – продолжают медленно разрушаться. Для их сохранения необходимо укреплять участки размыва переносом крупнообломочного материала со смежных устойчивых типов берегов.

Из выше сказанного можно сделать следующие **выводы**:

Эволюция берегов Южных Курильских островов будет проходить по-разному. Наибольшие изменения произойдут на аккумулятивных берегах с полнопрофильными галечно-песчаными пляжами (тип 5) и абразионных берегах с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанных в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях (подтип 1.2).

Большая часть берегов островов не пригодны для хозяйственного освоения по ряду причин:

1. В силу морфологических особенностей клифов – их больших высот и крутизны.
2. Из-за высокой динамичности – размыв или аккумуляция (до 4-5 м/год).

3. Вследствие активности вдольберегового и поперечного перемещения наносов, что, несомненно, приведёт к заносимости планируемых причальных сооружений.

4. Из-за опасности обвально-осыпных и оползневых, эрозионных и селевых процессов, штормовых и цунамигенных размывов. Берега, находящиеся рядом с активными или спящими вулканами, могут претерпеть существенные изменения при извержении вулканов с поступлением на них лавы, пирокластики и сопутствующих извержениям лахаров.

Кроме тех участков берегов, которые уже освоены человеком, выявлены ещё несколько участков берегов, наиболее благоприятных для возведения причальных сооружений, главными из которых является абразионно-денудационный берег с валунно-глыбовой отмосткой (подтип 4.1) в пределах оз. Лагунного (Кунашир), кутовой части бухты Отрадной (Шикотан), северо-восточной части залива Касатка (Итуруп), северо-восточного фланга бухт Новокурильская и Близначев (Уруп) Участки находятся в наиболее легкодоступных частях островов, выположенный рельеф побережья способствует строительству сухопутной инфраструктуры.

Заключение

Целью исследования было выявление основных закономерностей и особенностей морфологии и динамики берегов Южных Курильских островов как факторов хозяйственного освоения территории. Соответственно, прикладная цель данной работы – определение наиболее благоприятных участков береговой зоны Южных Курильских островов для возведения планируемых причальных сооружений.

Проведённые исследования берегов островов позволили решить задачи, поставленные для достижения этих целей: 1. Выявлены факторы (агенты и условия) формирования берегов островов. 2. Получены новые данные о геолого-геоморфологическом строении берегов, и на этой основе разработана легенда и составлены карты морфолитогенетических типов берегов. 3. Выявлена современная динамика берегов с 1980 по 2023 гг., составлены соответствующие карты. 4. Дан прогноз развития берегов на ближайшее будущее (50 лет) – на основе ретроспективного анализа примерно такой же длительности развития берегов, даны рекомендации по выбору участков для создания причальных сооружений.

На основании полученных результатов сделаны следующие **выводы**:

1. Главная роль в развитии морских берегов Южных Курильских островов принадлежит работе волн. Но на морфологию и динамику берегов существенное влияние оказывают также ряд других факторов: активный тектонический режим, высокая сейсмичность территории, структурная приуроченность и геолого-геоморфологическое строение берегов, экстраординарные физико-географические условия региона, а также специфика неволновых рельефообразующих процессов (поступление в береговую зону вулканогенного и сейсмо-гравитационного материала, ввиду высокой доли активных вулканов, расположенных в непосредственной близости от береговой зоны).

2. Особенности берегов Южных Курил проявляются в разных аспектах и на разных уровнях. Сами по себе условия формирования берегов архипелага (сочетание тектонических и климатических факторов) – уникальны для РФ и весьма редки в мире (аналоги – Алеутские острова, но в более высоких широтах, и отчасти Новая Зеландия, но с более обширной площадью островной суши). В отличие от Северных и Средних Курил, Южные Курилы более высокосейсмичны (7-8

магнитуд), они расположены в условиях теплого умеренно-морского климата вне области как четвертичного, так и современного оледенения (в отличие от Северных Курил). Средние Курилы, по сравнению с Южными, – отстают в тектоническом поднятии и в целом площадь островов значительно меньше. Соотношение морфолитогенетических и динамических типов берегов во многом определяется современной вулканической активностью и поступлением в береговую зону вулканогенного материала. Среди Южных Курильских островов выделяются: Малые Курильские острова с отсутствием активного вулканизма с конца палеогена, крупнейшие Южно-Курильские острова (Кунашир, Итуруп, Уруп) с довольно активными вулканами, которые могут поставлять материал извержений на берега, и небольшие острова – активные вулканы (Чирпой, Брат-Чирпоев, Броутона), извержения которых обновляют вид (стадию развития) берегов. Наконец, есть особенности берегов по сторонам отдельных островов, связанных с различной структурной приуроченностью берегов на охотоморской и тихоокеанской сторонах островов.

3. 72,6 % берегов островов имеют абразионный облик вследствие их общего тектонического поднятия. При этом практически все они расположены у подножий вулканических построек и сложены устойчивыми к размыву породами. 4,3% представлены абразионными берегами в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях и приурочены к перешейкам между вулканами и к конусам выноса ручьев на склонах вулканов. 23,1% берегов – аккумулятивные, распространены в заливах преимущественно охотской стороны и на открытом тихоокеанском побережье.

4. На крупных островах Большой гряды и островах Малой гряды наблюдается преобладание абразионных берегов с крутыми (до отвесных) активными клифами, выработанных в эффузивах и литифицированной пирокластике, с широкими надводными и подводными бенчами, над берегами с узкими бенчами как с тихоокеанской, так и с охотоморской стороны островов (за исключением о-вов Кунашир, Шикотан (сбросовые берега), Зеленый, Демина и Осколков). Это связано с высокой длительностью и непрерывностью процесса абразии (млн лет). На островах – вулканах Чёрные Братья, Броутона – в настоящее время и в недавнем прошлом – происходили извержения с поступлением большого количества лав в

береговую зону, с превращением берегов в первичные и началом абразионного процесса.

Абразионные берега, выработанные в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях, развиты в основном на охотоморской стороне островов в силу более активного вулканического режима западных частей островов Большой гряды и менее интенсивной волновой переработки относительно тихоокеанской акватории.

Абразионные ступенчатые берега с участками абразионных террас шире представлены на тихоокеанской стороне островов. Среди причин можно выделить длительность и практическую непрерывность процесса абразии, а также общий тектонический подъем территории и эпизодические краткие проявления клавишной тектоники – подвижки территорий при землетрясениях.

Абразионно-денудационные берега с валунно-глыбовой отмосткой доминируют по протяженности на обеих сторонах островов (за исключением о-вов Анучина (на океанской стороне отсутствует), Дёмина (практически отсутствует с обеих сторон), Броутона и Брата-Чирпоева). Среди причин можно выделить общую широкую распространенность вулканогенных и вулканогенно-осадочных толщ с большим количеством обломочного материала крупной размерности.

Абразионно-денудационные берега, бронированные крупноглыбовым сейсмоколлювием, чаще представлены на тихоокеанской стороне островов Малой гряды, особенно на о-вах Анучина, Демина и Шикотан, на обеих сторонах островов – вулканов (за исключением о-ва Броутона – больше на охотской стороне) и на охотской стороне крупных островов Большой гряды (за исключением Итурупа). Причина такого хаотичного распределения – расположение вулканических построек и их останцов.

Аккумулятивный тип берега на крупных островах Большой гряды развит в основном на тихоокеанской стороне островов, в силу их асимметрии и структурной приуроченности, уклоны дна в районе тихоокеанского побережья этих островов более пологие, чем на охотской стороне.

5. Натурные наблюдения и анализ контуров береговых линий на разновременных космоснимках (1980-2023 гг.) свидетельствуют о том, что устойчивые берега фактически не претерпели изменений (величина их отступления

находится в пределах точности снимков). Средние скорости отступления таких берегов не превышают 0,2-0,3 м/год, локально до 0,5 м/год. Абразионные берега в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях отступают со скоростью 2-2,5 м/год (до 4-5 м/год). Максимальное выдвигание испытали аккумулятивные берега в глубоких заливах охотской стороны островов: 1,5-2,5 м/год (до 4-5 м/год). Аккумулятивные берега открытой акватории Тихого океана и Охотского моря за последние 40 лет испытывали разнонаправленные движения, их развитие ограничивается конфигурацией небольших бухт – открытость бухт к волнению, дальность от берега и угол подхода входящих мысов бухт, а также наличие широких бенчей, препятствующих сильному волновому воздействию. Итоговые скорости выдвигания аккумулятивных берегов были невелики – 0,5-1 м/год, локально до 1,5 м/год.

Большинство берегов – 73% Южных Курильских островов – являются стабильными и относительно стабильными, т.е. скорости их отступления невелики (0,1-0,5 м/год). Стремительно отступающих (0,5-3 м/год) или выдвигающихся (0,5-3 м/год) берегов немного, 4 и 8 % соответственно, оставшиеся 15% приходятся на нестабильные берега, испытывающие периоды выдвигания и отступления.

6. На крупнейших островах Большой гряды выделяются все перечисленные типы берегов, наиболее динамичные берега принадлежат Кунаширу. Большая часть берегов островов – вулканов относится к стабильным, выдвигающиеся берега преимущественно отсутствуют. Также крайне мало отступающих берегов, поскольку долгое время не происходит поступление рыхлого пирокластического материала в береговую зону. На Малых Курильских островах можно выделить стабильные мелкие острова и кекуры – острова банки Опасной, Анучина, Дёмина, Осколки, довольно стабильные острова Шикотан и Юрий с динамичными бухтовыми берегами и динамичные берега островов Зеленый, Полонского и Танфильева с аккумулятивными формами в виде кос свободного типа и зон размыва берегов. Для тихоокеанской стороны практически всех островов характерно резкое увеличение содержания берегов, испытывающих разнонаправленные движения. Практически на всех островах (за исключением о-вов Зеленый, Полонского, Броутона и Брата-Чирпоева) распространение относительно стабильных берегов на тихоокеанской стороне меньше, чем на охотской.

7. В 18 наиболее крупных заливах и бухтах с наибольшими изменениями берегов по результатам дешифрирования космоснимков за период с 1980 по 2023 годы, исследования морфологического облика, гранулометрии и минералогии пляжевого материала (на 6 крупных участках) и анализа розы ветров были выявлены направления перемещения наносов. Обнаруженные факты вдольберегового перемещения материала в ряде случаев обусловлены господствующими ветрами северо-западного и северного направлений в сезон зимних штормов. Наличие активного вдольберегового перемещения наносов может привести к заносимости причальных сооружений.

8. Эволюция берегов Южных Курильских островов в течение ближайших 50 лет будет проходить по-разному. Устойчивые берега сохраняют свой облик. Аккумулятивные берега, в основном, будут выдвигаться, несмотря на штормовые и цунамигенные размывы. Отступление разных участков абразионных берегов в рыхлых и слабосцементированных пирокластических отложениях будет зависеть от высоты клифа и длины участка обрушения берега, определяющих количество материала, поступающего в береговую зону. Все берега островов, находящиеся вблизи активных или спящих вулканов, могут претерпеть существенные изменения при их извержениях.

9. Наиболее благоприятными участками берегов (из ныне не освоенных) для возведения причальных сооружений являются абразионно-денудационные берега с валунно-глыбовой отмосткой в пределах оз. Лагунного (Кунашир), кутовой части бухты Отрадной (Шикотан), северо-восточной части залива Касатка (Итуруп), северо-восточного фланга бухт Новокурильская и Близнецов (Уруп) Участки находятся в наиболее легкодоступных частях островов, выположенный и приподнятый рельеф побережья способствует более безопасному строительству наземной инфраструктуры.

Действующие причальные сооружения размещены, в основном, корректно, за исключением участка в заливе Щукина (Уруп). Необходим их перенос на северо-восток залива. Для безопасного использования некоторым из сооружений в береговой зоне необходимо восстановление. На малых островах Малой Курильской гряды для их сохранения необходимо укреплять участки размыва крупнообломочным материалом со смежных устойчивых типов берегов. Следует

минимизировать строительство капитальных сооружений в зоне потенциального заплеска волн цунами.

В дальнейшем исследовании вопросов морфологии и динамики Южных Курильских островов следует более тщательно рассмотреть данные дистанционного зондирования берегов (сезонная морфодинамика), организовать DGPS-съёмку берегов, батиметрические исследования береговой зоны, стационарные наблюдения, а также исследования региональных и локальных тектонических структур. Кроме того, для уточнения прогноза развития берегов и рекомендаций по их использованию в хозяйственной деятельности применение обширного спектра моделей морфодинамики может оказаться важной областью для будущих исследований.

Список литературы

1. Айбулатов Н.А. Динамика твердого вещества в шельфовой зоне. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 271 с.
2. Атлас Сахалинской области. Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1967. 135 с.
3. Атлас Курильских островов / Российская академия наук. Институт географии РАН. Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. – М.: Владивосток: ИПЦ «ДИК», 2009. – 516 с.
4. Асеев А.А., Никифоров Л.Г., Симонов Ю.Г., Тимофеев Д.А. Основные законы геоморфологии. Проблемы теоретической геоморфологии. М., 1988. С. 90–123.
5. Афанасьев В.В. О новом типе эолового морфогенеза на вулканогенных берегах (о. Итуруп, Большая Курильская гряда) // Геосистемы переходных зон. 2019. Т. 3. №. 4. С. 423–427. DOI: 10.30730/2541-8912.2019.3.4.423-427
6. Афанасьев В.В. Эволюция побережья дальневосточных морей в голоцене // Эволюция берегов в условиях поднятия уровня океана. М.: ИО РАН, 1992. С. 166–174.
7. Афанасьев В.В., Игнатов Е.И., Уба А.В. Морфогенетическая дифференциация берегов контактных зон Северной Пацифики // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2020. Т. 2. Вып. 2. С. 158–172. DOI: 10.34753/HS.2020.2.2.158
8. Бабаков А.Н. Эволюция представлений о структуре вдольбереговых потоков наносов в юго-восточной Балтике // Литодинамика донной контактной зоны океанов: Материалы Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора В.В. Лонгинова - М.: ГЕОС, 2009. С. 56–58.
9. Баркалов, В.Ю. Очерк растительности // Растительный и животный мир Курильских островов. – Владивосток: Дальнаука, 2002. С. 35–66.
10. Бевз В.Е. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Курильская. Листы L-55-XXII, XXIII. Объясн. зап. М.: Союзгеолфонд, 1980. 82 с.
11. Безруков П.Л., Зенкевич Н.Л., Канаев В.Ф., Удинцев Г.Б. Подводные горы и вулканы Курильской дуги. Тр. Лаб. Океанол. АН СССР, вып.13, 1968. С. 71–88.
12. Безруков П.Л., Лисицын А.П. Основные черты осадкообразования в дальневосточных морях в четвертичное время // Материалы Совета по изучению четвертичного периода. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 132–142.

13. Бобыкина В.П., Болдырев В.Л. Современное состояние берегов калининградского побережья Балтики по результатам их мониторинга // Проблемы управления и устойчивого развития прибрежной зоны моря: М-лы XXII Международной береговой конференции. Геленджик, 2007. С. 53.
14. Болдырев В.Л. Рябкова О.И. Динамика береговых процессов на Калининградском побережье Балтийского моря // Изв. РГО. Т. 133. Вып. 5. СПб, 2001. С. 41–49.
15. Богданов К.Т., Мороз В.В. Структура, динамика и гидролого-акустические характеристики вод проливов Курильской гряды: монография. Владивосток: Дальнаука, 2000. 149 с.
16. Булгаков Р.Ф. История развития южных островов Большой Курильской дуги в плейстоцене. Автореферат канд. дис. М., 1994. 20 с.
17. Булгаков Р.Ф., Афанасьев В.В., Игнатов Е.И. Гидроизостазия как фактор, повлиявший на ход послеледниковой трансгрессии на шельфе и побережье Приморья, по результатам численного моделирования. Геосистемы переходных зон, 2020, Т. 4, № 2. С. 210–219. <https://doi.org/10.30730/gtrz.2020.4.2.210-219.220-229>
18. Васина М.В. Береговые водопады Курильских островов как объект туризма // Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2019. Вып. 1. С. 160–172.
19. Васильев Б.И. О геологическом строении тихоокеанского шельфа Малой Курильской гряды // Доклады АН СССР, 1974. т. 219, №6. С. 1437–1440.
20. Владимиров А.Т. Медведев В.С. Исследования по динамике и морфологии берегов Охотского и Японского морей. Тр. Океан. комис. АН СССР, т.4, 1959. С. 215–222.
21. Власов Г.М. Высокие поверхности выравнивания Камчатки и Курильских островов. Материалы ВСЕГЕИ, новая серия, вып. 2. Л., 1959. С. 82–96.
22. Володичева А.Н. Характеристика лавинной опасности Курильских островов. Лавины Сахалина и Курильских островов. Л.: Гидрометеиздат, 1971, с. 26–40.
23. Выборов С.С. История населенных пунктов Итурупа (Исторический обзор поселений 40-60 годов). Итуруп – Омск – 2016. 39 с.
24. Гаврилов В.К., Соловьева Н.А. Вулканогенно-осадочные формации

- геоантиклинальных поднятий Малых и Больших Курил, Новосибирск: Наука, 1973. 152 с.
25. Ганзей К.С. Ландшафты и физико-географическое районирование Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2010. 214 с.
 26. Ганзей Л.А., Разжигаева Н.Г., Харламов А.А., Кайстренко В.М., Арсланов Х.А. Привлечение палеоданных для оценки цунамиопасности населенного побережья Малых Курил // Геосистемы Северо-Восточной Азии: особенности их пространственно-временных структур, районирование территории и акватории. Владивосток, 2019. С. 41–46.
 27. Ганзей Л.А., Разжигаева Н.Г., Гребенникова Т.А., Харламов А.А., Кайстренко В.М. Специфика осадконакопления при прохождении цунами в Южно-Курильском регионе // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. Материалы VI Всеросс. совещ. по изуч. четвертичного периода. Новосибирск, 2009. С. 138–140.
 28. Геология СССР. Т. XXXI. Камчатка, Курильские и Командорские острова. Ч.1. Геологическое описание / Под ред. Г.М. Власова. М.: Недра, 1964. 733 с.
 29. Геолого-геофизический атлас Курило-Камчатской островной системы / ред. К.Ф. Сергеев, М.Л. Красный. – Л.: ВСЕГЕИ, 1987. – 36 л.
 30. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Курильская. Лист L-55-XVIII, L-56-XI11 (авт. Б.Н. Пискунов, ред. В.К. Рогман). Недра, 1971. 52 с.
 31. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Курильская. Лист L-55-XXIV, L-56-XIX (авт. Б.Н. Пискунов, ред. В.К. Ротман). Недра, 1972. 54 с.
 32. Герасимов И.П. Опыт геоморфологической интерпретации общей схемы геологического строения СССР. «Проблемы физ. геогр.», вып. 12. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1946. С. 33–46.
 33. Герасимов И.П. Структурные черты рельефа земной поверхности на территории СССР и их происхождение. М., Изд-во АН СССР, 1959. 100 с.
 34. Говоров Г.И. Магматизм Малокурильского поднятия. Автореф. канд. дис. Владивосток, 1987. 30 с.
 35. Говоров Г.И., Цветков А.А., Аракелянц М.М. Магматизм Малой Курильской гряды по геохронологическим и геологическим данным. // ДАН СССР, т. 270, №3, 1983. С. 664–668.

36. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Серия Курильская. Лист L-55-XXVIII: Об. зап. Изд. 1-е. ФГУГП СахГРЭ, 1980. 96 с.
37. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Сер. Курильская. Лист К-55-II: Объясн. зап. Изд-во Недра. М.: ВСЕГЕИ, 1971, 49 с.
38. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Сер. Курильская. Лист L-55-XXII, XXVIII, XXXIV, L-55-XXIII, XXIX, L-55-XXXIII, К-55-II, L-55-XXXII: Объясн. зап. Изд. 2-е. ФГУГП СахГРЭ, 2002. 273 с.
39. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Сер. Курильская. Лист L-55-XVIII, XXIV, L-56-XIII, L-56-XIX: Объясн. зап. Изд. 2-е. ФГУГП СахГРЭ, 2008. 152 с.
40. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000 (изд. 2-е). Листы К-55-III(II), L-56-XIII, L-56-XIX, L-55-XVIII, XXIV (авт. Ю.В. Рыбак-Франко, отв. ред. В.К. Ротман). Объяснительная записка. Южно-Сахалинск, 2006. 200 с.
41. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Сер. Курильская. Лист L-55-XVIII, XXIV, L-56-XIII, L-56-XIX: Объясн. зап. Изд. 2-е. ФГУГП СахГРЭ, 2008. 159 с.
42. Го Ч.Н., Кайстренко В.М., Пелиновский Е.Н. и др. Количественная оценка цунамиопасности и схема цунамирайонирования Тихоокеанского побережья СССР. Тихоокеанский ежегодник. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988, С. 9–16.
43. Горшков Г.С. Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967. 287 с.
44. Горшков Г.С. Действующие вулканы Курильской островной дуги. Тр. Лаб. вулк. АН СССР, вып.13, 1958. 70 с.
45. Горшков Г.С. Хронология извержений вулканов Курильской гряды. Труды Лабор. вулканологии. 1954. Вып. 8. С. 58–99.
46. Грабков В.К. Морские террасовые ряды как индикаторы трансгрессий и показатели характера движений переходной зоны от Азиатского континента к Тихому океану / Палеогеографические аспекты изменения природных условий Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1969. – С. 151–163.
47. Грабков В.К. Спектры морских террас как отражение плейстоценовых вертикальных движений земной коры северо-западного сектора Тихоокеанского подвижного пояса // Тр.СахКНИИ ДВНЦ АН СССР. 1975.

Вып.31. С. 151–163.

48. Грабков В.К., Ищенко А.А. Морфологические типы рельефа Курильских островов // Рельеф и вулканизм Курильской островодужной системы. Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1982, С. 13–24.
49. Грабков В.К., Павлов Ю.А. Новейшие движения и изостатическое состояние земной коры в районе Курильской островной дуги // Доклады АН СССР. Т. 203. №3. 1972. С. 650–653.
50. Дунаев Н.Н., Репкина Т.Ю., Баранская А.В., Афанасьев В.В. Современная динамика аккумулятивного берега, сложенного пирокластикой подводного вулканического извержения // Геосистемы переходных зон. 2019. Т.3, №2. С. 237–244.
51. Грищенко М.Ю., Шишкин В.С. Создание крупномасштабных и среднемасштабных геоморфологических карт острова Кунашир (Курильские острова) // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2020. т. 64, № 4. с. 423–434.
52. Гуменный Ю.К., Неверов Ю.Л. Новые данные о проявлениях активного вулканизма на о. Кунашир, Тр.СахКНИИ, СО АН СССР, №10, 1960. С.171–174.
53. Денисов Е.П., Калишевич Т.Г., Мишин В.П., Царько Е.И. Новые данные к стратиграфии и литологии о. Кунашир (Курильские острова) // Геология и геофизика. Сибирское отд. АН СССР. Изд-во: Наука. 1970. Вып. 7. С. 135–137.
54. Добровольский Д.А., Залогин Б.С. Моря СССР. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1982. 192 с.
55. Дуничев В.М. Вулканизм Большой Курильской дуги. М.: Недра, 1983. 120 с.
56. Дэвис В.М. Геоморфологические очерки. М.: Изд-во иностр. лит., 1962. 455 с.
57. Ежов В.В. Геоморфоструктурное развитие Курило-Камчатской секции Тихоокеанского подвижного пояса. Владивосток, 1983, 142 с.
58. Ерёмченко Н.А., Баркалов В.Ю. Сезонное развитие растений южных Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2009. 266 с.
59. Ермаков В.А. Тектоническое районирование Курильских островов и проблемы сейсмичности. Физика Земли. 1997. № 1. С. 30–47.
60. Ефремов Ю.К. О месте геоморфологии в круге естественных наук // Вопр. геогр. 1950. Вып. 21. С. 17–25.

61. Жамойда В.А., Рябчук Д.В., Кропачев Ю.П., Болдырев В.Л., Сивков В.В. Проявления современных литодинамических процессов в береговой зоне Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Сб. научн. статей. Вып. 6. Калининград: Изд-во РГУ им. Канта, 2008. С. 149–166.
62. Жарков Р.В., Козлов Д.Н. Эксплозивное извержение вулкана Иван Грозный в 2012-2013 гг. (остров Итуруп, Курильские острова) // Вестник ДВО РАН, 2013. №3. С. 39–44.
63. Жаромскис Р., Гульбинскас С. Особенности береговой зоны Куршской косы в условиях природного и антропогенного воздействия // Учение о развитии морских берегов: вековые традиции и идеи современности: Материалы XXIII Международной береговой конференции в честь столетия со дня рождения профессора В.П.Зенковича. СПб: Изд-во РГГУ, 2010. С. 316–318.
64. Желубовский Ю.С. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:1 000 000, листы К-55, L-55 (южная группа Курильских островов). Объяснительная записка. Госгеолтехиздат, 1956. 34 с.
65. Записки по гидрографии. СПб.: ГУНиО МО РФ, 2017. № 303. 192 с.
66. Затонский Л.К., Канаев В.Ф., Удинцев Г.Б. Геоморфология подводной части Курило-Камчатской дуги. Океанологические исследования, № 3. М., 1961. С. 124–136.
67. Зенкович В.П. Динамика и морфология морских берегов. Часть 1. Волновые процессы. М.-Л.: Морской транспорт, 1946. – 496 с.
68. Зенкович В.П. Изучение динамики берегов западного Крыма. Вопросы географии, № 3, 1947. С. 205–206.
69. Зенкович В.П. О причинах разнообразия типов берегов Дальневосточных морей. Докл. АН СССР, т. 96, ч. 1, 1954. С. 603–606.
70. Зенкович В.П. Основы учения развития морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 710 с.
71. Зенкович В.П., Ионин А.С., Каплин П.А., Медведев В.С. Берега Тихого океана. М.: Наука. 1967. 373 с.
72. Зенкович В.П., Каплин П.А., Медведев В.С. Развитие прибрежной зоны островов и архипелагов //Теоретические вопросы динамики морских берегов.

Научные сообщения по программе XX международного географического конгресса. – М.: Наука, 1964. – С. 53–66.

73. Злобин Т.К., Полец А.Ю., Поплавская Л.Н., Сафонов Д.А. Особенности современной глубинной сейсмоструктуры литосферы Южных Курил (в районе о-ва Итуруп) по механизмам очагов землетрясений // Вестн. ДВО РАН. 2011. с. 35–40.
74. Иванов В.В. Исследование влияния цунами на осадконакопление по следам цунами 4 октября 1994 года // Проявления конкретных цунами. Цунами 1993 и 1994 годов на побережье России. Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 1997. т. 8, С. 119–128.
75. Иванова Е.Д. Следы японского цунами 2011 года на побережье Южных Курильских островов (результаты микрофаунистических исследований) // Геология морей и океанов: Материалы XIX Междунар. науч. конф. (школы) по морской геологии. Т. 1. М.: ГЕОС, 2011. С. 189–191.
76. Игнатов Е.И. Береговые морфосистемы. Смоленск: изд-во Маджента. 2004. 352 с.
77. Игнатов Е.И. Цунами. Берингово и Охотское моря // Экологический атлас России. Природные и техногенные опасности. ООО «Феория» Москва, 2017. С. 248–249.
78. Ионин А.С., Каплин П.А. Влияние рельефа побережий на деформацию волн цунами (на примере Курило-Камчатского побережья) // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 1960. Т. 5, № 6.
79. Ионин А.С., Каплин П.А., Леонтьев О.К., Медведев В.С., Никифоров Л.Г., Павлидис Ю.А., Щербаков Ф.А. Особенности формирования рельефа и современных осадков прибрежной зоны дальневосточных морей СССР. М.: Наука, 1971. 180 с.
80. Ионин А.С., Каплин П.А., Медведев В.С. Исследования по геоморфологии побережий дальневосточных морей СССР // Материалы 2-го геоморф. совещания. М: Изв. АН СССР. 1960. 120 с.
81. Ионин А.С., Каплин П.А., Медведев В.С. Классификация типов берегов земного шара (применительно к картам физико-географического атласа мира)

// Тр. океанографич. комиссии. 1961. Т. 12. С. 94–108.

82. Кайстренко В.М. Вероятностная модель повторяемости цунами и количественная оценка цунамиопасности: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра физ.-мат наук. – Южно-Сахалинск, 2016. 38 с.
83. Кайстренко В.М., Храмушин В.Н., Золотухин Д.Е. Оценка цунамиопасности для тихоокеанского побережья России // Мореходство и морские науки. 2013. №4. С. 181–194.
84. Кайстренко В.М., Шевченко Г.В., Ивельская Т.Н. Проявление цунами Тохоку 11 марта 2011 года на Российском тихоокеанском побережье // Вопросы инженерной сейсмологии. 2011. Т. 38, № 1. С. 41–64.
85. Каплин П.А. Особенности динамики береговой зоны Курильских островов // Объединенная научная сессия, посвященная исследованиям Каспия, берегов океанов и морей. Изд-во Азерб. ССР. Баку. 1963. С. 155.
86. Камчатка, Курильские и Командорские острова. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока / Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Эрлих Э.Н. и др. М.: Наука, 1974. 440 с.
87. Канаев В.Ф. Геоморфологические наблюдения на Курильских островах. Труды Ин-та океанологии АН СССР, 1959, т. 32. С. 215–231.
88. Каревская И.А., Панин А.В. Палеогеографические методы исследований. Реконструкция. Учебное пособие. – Москва: Геогр. ф-тет МГУ, 2012. – 200 с.
89. Кичина Е.Н., Пискунов Б.Н., Сергеев К.Ф. Природа базальтового вулканизма Малой Курильской гряды // Тихоокеанская геология, 1997. т. 16, № 3, С. 81–86.
90. Ковтунович П.Ю., Лебедев В.А., Чернышев И.В., Арутюнян Е.В. Хронология и эволюция магматизма острова Уруп (Курильский архипелаг) по данным К-Аг изотопного датирования и диатомового анализа // Тихоокеанская геология. 2004. № 6. С. 32–44.
91. Козлов Д.Н., Лебедева Е.В. Кратерные и кальдерные озера Дальнего Востока России: морфология котловин и особенности развития // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86, № 2. С. 204–219.
92. Королёва Т.П., Смирнов И.Г. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Курильская. Лист L-55-XXXII. Объяснительная записка. М.: Союзгеолфонд, 1974. 90 с.

93. Корзинин Д.В. Динамика рельефа береговой зоны северного побережья Самбийского полуострова (юго-восточная Балтика) // Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М: Геогр. ф-т МГУ им. М.В.Ломоносова, 2012. 25 с.
94. Короткий А.М. Морские террасы Курильских островов: влияние тектоники и гляциоэвстатики (критический анализ состояния проблемы) // Рельефообразующие процессы: теория, практика, методы исследования / Геоморфологическая комиссия РАН. Новосибирск: Ин-т геологии и геофизики СО РАН, 2004. С. 145–147.
95. Короткий А.М., Гребенникова Т.А., Пушкарь В.С. и др. Климатические смены на территории юга Дальнего Востока в позднем плейстоцене-голоцене // Вестн. ДВО РАН. 1997. № 3. С. 121–143.
96. Короткий А.М., Плетнев С.П., Пушкарь В.С., Гребенникова Т.А., Разжигаева Н.Г., Сахегбареева Е.Д., Мохова Л.М. Развитие природной среды юга Дальнего востока (поздний плейстоцен – голоцен). М.: Наука, 1988. 240 с.
97. Корсунская Г.В. Геоморфология островов Курильского архипелага. Изв. Всесоюз. географ. Об-ва, т.79, вып. 4, 1947. С. 471–474.
98. Корсунская Г.В. Курильская островная дуга (физико-географическая характеристика). М.: Географгиз, 1958. 223 с.
99. Косминская И.П., Зверев С.М., Вейцман П.С. и др. Основные черты строения земной коры Охотского моря и Курило-Камчатской зоны Тихого океана по данным глубинного сейсмического зондирования. Изв. АН СССР, геоф. №1, 1963. С. 20–41.
100. Кравцова В.И. Дискретная пиксельная стереомодель: графическое моделирование. Научный мир. Москва, 2014. 172 с.
101. Красилов В.А., Блохина Н.И., Кундышев А.С., Маркевич В.С. Новые данные о стратиграфии и геологической истории Малой Курильской гряды // Доклады АН СССР, 1986. Т. 291, №1, С. 177–180.
102. Красилов В.А., Блохина Н.И., Маркевич В.С., Серова М.Я. Мел-палеоген Малой Курильской гряды (новые данные по палеонтологии и геологической истории). Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. 140 с.
103. Кривулин К.П., Соловьева Г.Д. Морфология берегов острова Кунашир // Колебания уровня Мирового океана и вопросы морской геоморфологии.

- М.: Наука, 1975. С. 129–135.
104. Кузнецов М.А. Берега острова Итуруп: морфология, динамика, прогноз развития // Геоморфология. — 2021. — Т. 52, № 1. — С. 51–60. DOI: 10.31857/S0435428121010089.
105. Кузнецов М.А. Геоморфологические типы берегов острова Шикотан (Южные Курильские острова) // Естественные и технические науки. — 2024. — № 10 (197). — С. 131–138. DOI: 10.25633/ETN.2024.10.11.
106. Кузнецов М.А. Морфодинамика берегов острова Итуруп (Южные Курильские острова) // Труды IX Международной научно-практической конференции Морские исследования и образование (MARESEDU-2020) Том III (III): [сборник]. — Т. 3. — ООО ПолиПРЕСС Тверь, 2020. — С. 123–126.
107. Кузнецов М.А., Болысов С.И. Геоморфологические типы берегов острова Уруп (Южные Курильские острова) // Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. 2023. № 1 (78). С. 166–177. DOI: 10.37724/RSU.2023.78.1.016.
108. Кузнецов М.А., Болысов С.И. Гранулометрический и минералогический состав береговых отложений Южных Курильских островов как показатель динамики берегов // Естественные и технические науки. — 2024. — № 3 (190). — С. 102–110. DOI: 10.25633/ETN.2024.03.07.
109. Кузнецов М.А., Едемский Д.Е. Геолого-геоморфологическое строение побережья центральной части залива Касатка (о. Итуруп, Южные Курильские острова) // Процессы в геосредах. — 2020. — № 3 (25). — С. 803–813.
110. Кузнецов М.А., Рычагов Г.И. Структурная приуроченность берегов острова Итуруп (Курильские острова) // VIII Щукинские чтения: рельеф и природопользование. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. МГУ имени М.В. Ломоносова, геогр. ф-т, каф. геоморфологии и палеогеографии, Москва, 28 сентября-1 октября 2020 г. / Под ред. Е.Н. Бадюкова, В.Р. Беляев, Ю.Р. Беляев и др. 2020. С. 673–679.
111. Кулаков А.П. Четвертичные береговые линии Охотского и Японского морей. Новосибирск: Наука, 1973. 187 с.
112. Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: Учеб. пособие для студентов вузов. М.: Аспект. Пресс, 2004. 184 с.

113. Лебедева Е.В. Виды воздействия вулканической и поствулканической деятельности на флювиальный рельеф // Геоморфология. 2019. № 4. С. 49–66. DOI: 10.31857/S0435-42812019449-66.
114. Леонтьев И.О. Динамика берегового профиля с подводными валами в масштабе штормового цикла // Океанология. 2020. Т. 60. № 5. С. 805–813. DOI: 10.31857/S0030157420050123.
115. Леонтьев И.О. Морфодинамические процессы в береговой зоне моря. LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbrücken, 2014. 251 с. ISBN: 978-3-659-62831-3.
116. Леонтьев И.О. О компенсации волнового нагона в береговой зоне моря. // Океанология. 1974. Т. 14. № 4. С. 630–635.
117. Леонтьев И.О. Прибрежная динамика: волны, течения, потоки наносов. М.: ГЕОС, 2001. 272 с.
118. Леонтьев О.К. Основы геоморфологии морских берегов. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1961. 418 с.
119. Леонтьев О.К. Перестройка профиля аккумулятивного берега при понижении уровня моря // ДАН СССР. 1949. Т.66. № 3. С. 377–379.
120. Леонтьев О.К., Мякокин В.С., Никифоров Л.Г. Унаследованность береговых процессов на восточном побережье Каспийского моря за четвертичное время // Геология и нефтегазоносность юга СССР, Туркменистан и Западный Казахстан. М.: Гостехиздат, 1960. С. 392–412.
121. Литвин В.М. Морфоструктура Земли. Калининград: КГУ, 1995. 419 с.
122. Литвин В.М., Лымарев В.И. Острова. М.: Мысль, 2003. 287 с.
123. Ломтев В.Л. К строению осадочного неогена в Срединно-Курильском прогибе на профиле МОГТ №279122 близ о-ва Уруп (Курильская дуга) // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли. Екатеринбург: ИМГиГ ДВО РАН, 2008. Т.1. С. 435–437.
124. Лонгинов В.В. Динамика береговой зоны бесприливных морей. М.: Наука. 1963. 379 с.
125. Лоция Охотского моря. Выпуск 1. Южная часть моря. УНиО МО РФ. 2018 260 с.
126. Лымарев В.И. Основные вопросы изучения берегов областей активного

- вулканизма (на примере Курильских островов). Иркутск, 1966. С. 11–18.
127. Лымарев В.И. Основные закономерности формирования берегов некоторых вулканических островов Курильской гряды. Уч. Зап. Алма-Ат. Пед. ин-та, сер. ест. – геогр., т. 7, 1955. С. 89–95.
128. Макарова Т.Р. Асимметрия долин малых водотоков на острове Парамушир (Северные Курилы) // Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток. Дальнаука. 2006. Вып. 2. С. 44–49.
129. Мануйлов В.А. Рельеф и ландшафты подводных береговых склонов островов Малой Курильской гряды // Морские берега – эволюция, экология, экономика. Материалы XXIV Международной береговой конференции, посвященной 60-летию со дня основания Рабочей группы «Морские берега»: в 2 томах. Рабочая группа «Морские берега», Российский государственный гидрометеорологический университет. 2012. С. 258–260.
130. Марков А.Я. Геоморфология и история формирования рельефа южной части Курильской дуги. Автореф. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. геогр. наук. Москва, 1992. 26 с.
131. Марков А.Я. Геоморфологическое строение и геодинамика Южно-Курильской островной дуги и прогноз нефтегазоносности. Материалы XVIII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии Москва, 16–20 ноября 2009 г. С. 95–100.
132. Марков А.Я. История формирования рельефа о. Кунашир (Большая Курильская гряда). М.: Деп. ВИНТИ. N 252. В. 92., 1992. С. 1–9.
133. Марков А.Я. Связь рельефа Малой Курильской гряды с процессом субдукции в Курило-Камчатском желобе // Геоморфология. 1992. №1, С. 16–21.
134. Марков К.К. Основные проблемы геоморфологии. М.: Географгиз, 1948. 343 с.
135. Мархинин Е.К. Роль вулканизма в формировании земной коры. На примере Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967. 254 с.
136. Меланхолина Е.Н. Тектоника Северо-Западной Пацифики: Соотношение структур океана и континентальной окраины // Тр. ГИН, вып. 434. М.: Наука, 1988. 216 с.
137. Мелекесцев И.В. Вулканизм и рельефообразование. М.: Наука, 1980. 210 с.
138. Мурдмаа И.О. Современные морские осадки в районе вулканической зоны

- Курильских островов // Современные осадки морей и океанов. М.: Изд-во АН СССР. 1961. С. 404–418.
139. Мурдмаа И.О. Современные морские осадки района курильской островной дуги. – Дисс. на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Ин-т океанологии. М.: Изд-во АН СССР., 1962, 350 с.
140. Мысливец В.И. Методологические вопросы и пути развития геоморфологической теории // Проблемы теоретической геоморфологии. М.– Новосибирск: Наука, 1988. С. 213–222.
141. Назарова Л.Б., Разжигаева Н.Г., Дикман Б., Гребенникова Т.А., Ганзей Л.А., Белянина Н.И., Арсланов Х.А., Кайстренко В.М., Горбунов А.О., Харламов А.А., Головатюк Л.В., Сырых Л.С., Субетто Д.А., Лисицын А.П. Реконструкция экологических условий голоцена Северо-Запада Тихоокеанского региона в соотношении с палеоданными острова Шикотан // Доклады Академии наук. 2019. т. 486. № 2. С. 212–216.
142. Неверов Ю.Л., Сергеева В.Б., Сергеев К.Ф. Магматические формации Большой гряды Курильских островов // Тр. СахКНИИ СО АН СССР, вып. 16, 1963. 54 с.
143. Неверов Ю.Л., Хведченя О.А. Новые данные по геологии и рудной минерализации о. Уруп // Тр. СахКНИИ СО АН СССР, вып. 12, 1962. С. 220–227.
144. Немото Т. Вулканическая деятельность на Курильских островах. Юбилейный том к 60-летию проф. Дж. Сузуки. (переводная) Токио, 1958.
145. Немото Т. Предварительные заметки о геологии о. Уруп. Тисимские (Курильские) острова. Тр. 5 Тихоокеан. научн. конгр., Торонто, 1934 (переводная). Фонды СахКНИИ СО АН СССР, 1959.
146. Никольская В.В. Физическая география Дальнего Востока. – М.: «Высшая школа», 1982. 166 с.
147. Павлидис Ю.А. Некоторые особенности образования современных прибрежных отложений в пределах вулканического архипелага. На примере Курильских островов. М., Наука. 1968. 112 с.
148. Павлидис Ю.А. Особенности литологии прибрежных отложений Курильских островов // Океанология, 1964., вып. 6. С. 1044–1051.
149. Пенк В. Морфологический анализ. Перевод с нем. М., Географгиз, 1961. 360 с.

150. Пинегина Т.К. Колебания уровня моря в голоцене: взгляд с Камчатки // Природа. Москва: РАН. 2014. № 6. С. 32–37.
151. Пинегина Т.К., Бурджуа Д., Разжигаева Н.Г., Левин Б.В., Кайстренко В.М., Кравчуновская Е.А., Макиннесс Б. Цунами 15 ноября 2006 г. на центральных Курильских островах и повторяемость подобных событий в прошлом (по палеосейсмологическим данным) // Геофизический мониторинг и проблемы сейсмической безопасности Дальнего Востока России: в 2 томах. Труды региональной научно-технической конференции, Петропавловск-Камчатский, 11-17 ноября 2007 г. Петропавловск-Камчатский: ГС РАН. Т.1. 2008. С.200–204.
152. Пискунов Б.Н., Знаменский В.С., Мосионда К.А., и др. Геологическое строение и полезные ископаемые о. Уруп (отчёт Урупской геологосъемочной партии по результатам геологосъемочных работ масштаба 1: 200 000 за 1963 г.). Фонды СГУ, 1964.
153. Разжигаева Н.Г., Арсланов Х.А., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Кайстренко В.М., Харламов А.А. Новые данные по радиоуглеродному датированию отложений цунами на Курильских островах // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. М-лы VI Всеросс. совещ. по изуч. четвертичного периода. Новосибирск, 2009. С. 494–496.
154. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А. Обстановки осадконакопления островных территорий в плейстоцене-голоцене. Владивосток: Дальнаука, 2006. 374 с.
155. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А. Осадки современных цунами и палеоцунами Южных Курил: критерии выделения и возраст // Ленинградская школа литологии. м-лы Всеросс. литологич. совещ., посвященного 100-летию со дня рождения Л.Б. Рухина: в 2 томах. СПбГУ. 2012. С. 128–130.
156. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А. и др. Палеоцунами в Южно-Курильском регионе в голоцене: особенности проявления, осадки, возраст, повторяемость, воздействие на геосистемы // Вестник ДВО РАН. 2011. №2. С. 59–69.
157. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., и др. Проблема палеореконструкций мегацунами на Южных Курилах // Тихоокеанская геология. 2017. Т. 36, № 1. С. 37–49.

158. Разжигаева Н.Г., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М. Среднеплейстоценовые прибрежные отложения о. Итуруп, Курильские острова // Тихоокеан. геол. 2003б. Т. 22, № 3. С. 48–58.
159. Романовский С.И. Седиментологические основы литологии. Л.: Недра, 1977. 408 с.
160. Руководство пользователя GPS eTrex 10. Garmin. 2011. 34 с.
161. Рухин Л.Б. Основы литологии: Учение об осадочных породах / Под ред. д.г.-м.н. Е.В. Рухиной. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Недра., 1969. 703 с.
162. Рыбин А. В. Неоген-четвертичный кислый магматизм Курильской островной дуги. Автореферат канд. дис. Владивосток, 1997. 24 с.
163. Рыбин А.В., Данченко В.Я. Интрузивные породы Большой Курильской гряды: петрография и петрогенезис. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 1994. 53 с.
164. Сапрыгин С.М. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Курильская. Лист К-55-III. Л., 1970.
165. Саса Я. 1936. Геология и геоморфология о. Шикотан. Перевод с японского языка. Ж. «Геология», Т. 39. 31 с.
166. Сваричевский А.С. Геоморфология шельфа Курильской Кордильеры // Рельеф и вулканизм Курильской островодужной системы. Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1982, С. 25–37.
167. Сваричевский А.С., Сваричевская Л.В. Рельеф охотоморского склона южной части Большой Курильском дуги // Рельеф и вулканизм Курильской островодужной системы. Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1982, С.54–62.
168. Сергеев К.Ф., Стрельцов М.И. К вопросу о тектонике и геологической истории Малой Курильской гряды // Геология и геофизика Тихоокеанского пояса. Труды. Вып. 25. Ново-Александровск. 1970. С. 125–133.
169. Сергеев А.Ю. Особенности морфо-литодинамических процессов подводного берегового склона Куршской косы и их возможная связь с изменениями береговой линии // Учение о развитии морских берегов: вековые традиции и идеи современности: Материалы XXIII Международной береговой конференции в честь столетия со дня рождения профессора В.П. Зенковича. СПб: Изд-во РГГУ, 2010. С. 131–133.
170. Сергеев М.А. Курильские острова. М.: Географгиз, 1947. 152 с.

171. Сергеев К.Ф. Тектоника Курильской островной системы. М.: Наука. 1976. 239 с.
172. Симонов Ю.Г. Два основных типа задач при изучении структуры подстилающей поверхности по космическим изображениям // Космическая география. Полигонные исследования. Изд-во МГУ. Москва. 1988.
173. Симонов Ю.Г., Болысов С.И. Методы геоморфологических исследований: Методология. Аспект Пресс. Москва, 2002. 191 с.
174. Справочные данные по режиму ветра и волнения Баренцева, Охотского и Каспийского морей / под ред. Л.И. Лопатухина и др. СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2003. 213 с.
175. Стрельцов М.И. Дислокации южной части Курильской островной дуги: Автореферат дис. на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук. / АН СССР. Сиб. отдел. Ин-т геологии и геофизики. – Новосибирск, 1970. 24 с.
176. Стрельцов М.И. Об эшелонном расположении структур в южной части Курильской островной дуги. Геотектоника, 1970, № 1. С. 108–116.
177. Стрельцов М.И. О дислокации южной части Курильской островной дуги. // Геология и геофизика. 1973. № 4. С. 61–67.
178. Сноу Г.Д. Курильская гряда. Зап. Об-ва изуч. Амурского края, т.8, вып.1, Владивосток, 1902. С. 1–119.
179. Соловьёв О.Н., Гайданов А.Г. Особенности глубинного геологического строения переходной зоны от Азиатского материка к Тихому океану в районе Курило-Камчатской островной дуги. Сов.геология, №3. 1963. 13 с.
180. Удинцев Г.Б. Геоморфология и тектоника дна Тихого океана. М.: Наука, 1972. 394 с.
181. Удинцев Г.Б. Новые данные о рельефе Курило-Камчатской впадины. Докл. АН СССР, 1954, т. 94, № 2. С. 315–318.
182. Удинцев Г.Б. Происхождение рельефа дна Охотского моря. Труды ИОАН СССР, 1955, т. 13. С. 5–15.
183. Удинцев Г.Б. Рельеф Курило-Камчатской впадины. Труды ИОАН СССР, 1955, т. 12. С. 16–61.
184. Удинцев Г.Б. Рельеф дна Охотского моря. Тр. ИОАН СССР, 1957, Т.22. С.3–76.

185. Федорченко В.И., Абдурахманов А.И., Родионова Р.И. Вулканизм Курильской островной дуги: геология и петрогенезис, М.: Наука, 1989. 239 с.
186. Хирабаяси Т. Очерки о Курильских островах. Геогр. ж., 1942, Т. 53, № 627, 630 и 632; Т. 54, № 640.
187. Чемяков Ю.Ф. Четвертичные трансгрессии Дальневосточных морей в северной части Тихого океана. Тр. Инст. геол. АН СССР, вып. 8, 1961. С. 155–172.
188. Черванев И.Г. Структура рельефа и ее место в геоморфологической системе // Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука. 1985. С. 164–167.
189. Шевченко Г.В., Лоскутов А.В., Кайстренко В.М. Новая карта цунамиопасности побережья Южных Курильских островов // Геосистемы переходных зон, 2018, т. 2, № 3, С. 225–238.
190. Шепард Ф., Инман Д. Прибрежная циркуляция, обусловленная топографией дна и рефракцией волн. // Основы предсказания ветровых волн, зыби и прибой. М.: ИЛ, 1951. С. 450–472.
191. Шикотанское землетрясение и цунами 4 (5) октября 1994 года. Хроника событий, анализ последствий и современное состояние проблемы: сборник статей / Отв. редактор Б.В. Левин. Составители И.Н. Тихонов, Г.В. Шевченко. Авторы: Б.В. Левин, Е.А. Куликов, А.И. Иващенко и др. Южно-Сахалинск. ИМГиГ ДВО РАН. 2014, 114 с.
192. Шуйский Ю.Д. Морфология и динамика берегов о. Итуруп // Изв. АН СССР. Сер. 5. География. 1982 № 3. С. 84–92.
193. Шуйский Ю.Д., Симеонова Г.А. О влиянии геологического строения морских берегов на процессы абразии // Докл. Болг. АН. 1976. Т. 29. № 2. С. 57–79.
194. Щукин И.С. Общая геоморфология. М.: Изд-во МГУ, Т. 1. 1960. 615 с.
195. Afanasiev V.V., Dunaev N.N., Gorbunov A.O., Uba A.V. The Manifestation of Caldera-Forming Volcanism in the Formation of the Coast (On Example of Iturup Island of the Great Kuril Ridge). Processes in GeoMedia – Volume I. Springer Geology. Springer, Cham. 2020. P. 51–61.
196. Afanas'ev V.V., Uba A.V., Ignatov E.I., Dunaev N.N., Leontiev I.O., Gorbunov A.O. Vetrovoy isthmus of Iturup Island – Holocene strait // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2019. Vol. 324(1). P. 012029.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/324/1/012029>.

197. Bergman S. Die Tausend Inseln im Fernen Osten. Reisen und Erlebnisse auf den Kurilen. Stuttgart, 1932. 181 S.
198. Bruun P. Coast erosion and the development of beach profiles. TM-44.US Army Corps of Eng. Beach Erosion Board.Washington.1954. 82 p.
199. Bruun P. Sea level rise as a cause of shore erosion. J. Waterways and Harbour Division. 1962. V. 88. P. 117–130.
200. Budanov V.O., Ionin A.S., Kaplin P.A. et al. Present day vertical movement of far eastern seacoasts of the USSR // Abstracts of Paper Ninth. Pacific Silence Congress Thailand. 1957.
201. Bulgakov R.F. Reconstruction of Quaternary history of southern Kuril Islands. Journal of Coastal Research. 1996. P. 930–939.
202. Davies G.L. A morphologic approach to world shorelines. «Zeitschr. Geomorphol.», 1964, Vol. 8, P. 127.
203. Davies W.M. The Outline of Cape Cod. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, Vol. 31. 1896. P. 303–332.
204. Dean R.G. Equilibrium beach profiles: U.S. Atlantic and gulf coasts. Ocean engineering Report No. 12, January, 1977. 45 p.
205. Dean R.G. Equilibrium beach profiles. Characteristics and applications. J. of Coastal Res. V.7. № 1. 1991 .P. 53–84.
206. Dunaev N.N., Bryantseva G.V., Kuznetsov M.A. The neotectonic structure of Deception Island (Antarctica) inferred from the results of structural and geomorphic analysis // Doklady Earth Sciences. — 2021. — Vol. 501, no. 2. — P. 1001–1008. DOI: 10.1134/S1028334X21120047.
207. Jimbo K. Beitrage zur kenntniss der Fauna der Kreideformation von Hokkaido. Paleontolog. abhandlungen. Neue folge, B. 11, H. 3. Jena. S. 1894. 149–193.
208. Johnson D.W. Shore process and development. New York: John. Wiley&Sons, INC / London: Chapman&Hall, Limited, 1919. 584 p.
209. Kaistrenko V., Razjigaeva N., Kharlamov A., Shishkin A. Manifestation of the 2011 Great Tohoku Tsunami on the coasts of the Kuril Islands: A Tsunami with Ice // Pure and Appl. Geophys. 2013. V. 170, N 6–8. P. 1103–1114.
210. Milne J. The volcanoes of Japan. Transactions of the Seismological Society of Japan.

V. 9. Yokohama, 1886. P. 2. 184 p.

211. Perrey A. Documents sur les tremblements de Terre et les phenomenes volcaniques dans l'archipel des Kouriles et au Kamtschatka Annales des sciences physiques et natureles, d'agriculture et d'industrie de Lyon. 3 serie, t. 8, Lyon, 1864. 374 p.
212. Pirazzoli P.A. World atlas of holocene sea-level changes. Elsevier. 1991. 310 p.
213. Razjigaeva N.G., Grebennikova T.A., Ganzey L.A. et al. The role of global and local factors in determining the middle to late Holocene environmental history of the South Kurile and Komandar Islands, northwestern Pacific. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 209, 2004. P. 313–333.
214. Razjigaeva, N.G., Korotky, A.M., Grebennikova, T.A. et al. Holocene climatic changes and environmental history of Iturup Island, Kurile Islands, northwestern Pacific. *The Holocene*, 12, 2002. P. 469–480
215. Sonu Ch.J. Field observations of nearshore circulation and meandering current. // *J. Geophys. Res.* 1972. Vol. 77. N 18. P. 3232–3247.
216. Svendsen I. A., Haas K. Interaction of undertow and rip currents. // 5th Int. Conf. on Coastal and Port Eng. in Developing Countries (COPEDEC V). Cape Town, 1999. P. 218–229.
217. Tanakadate H. Volcanic activity in Japan and vicinity during the period between 1924 and 1931 // *Japanese Journal of Astronomy and Geophysics*. 1931. V. 9. № 1. P. 47–64.
218. Umitsu M. Holocene sea-level changes and coastal evolution in Japan // *The Quaternary Research (Daiyonki-Kenkyu)*. 1991. V. 30, №. 3. P. 187–196.

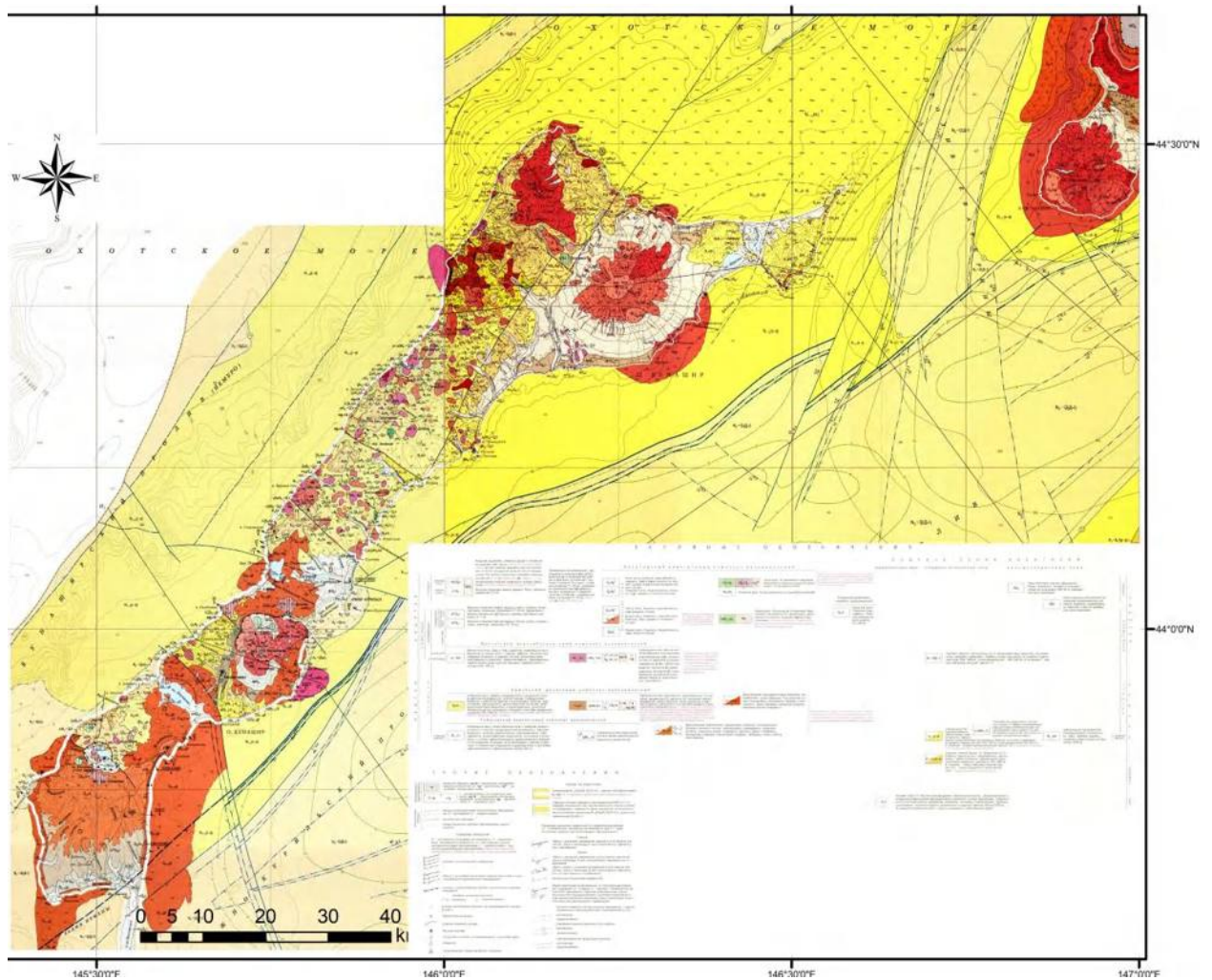
Электронные источники:

219. База данных Государственных геологических карт (ГИС-Атлас «Недра России») <https://webmapget.vsegei.ru/index.html> (дата обращения: 5.10.2020).
220. Гугл Планета Земля: <http://www.google.com/earth/> (дата обращения: 10.10.2020).
221. Национальный центр климатических данных: <https://www.ncdc.noaa.gov/> (дата обращения: 14.12.2020).
222. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Сахалинской области: <https://sakhalinstat.gks.ru/> (дата обращения: 5.10.2020).
223. Электронно-справочное пособие «Стихия ДВ»: [http://rus.ferhri.ru/danger/ohotsee\[sgya~data\].html](http://rus.ferhri.ru/danger/ohotsee[sgya~data].html) (дата обращения: 12.11.2020).

ПРИЛОЖЕНИЯ

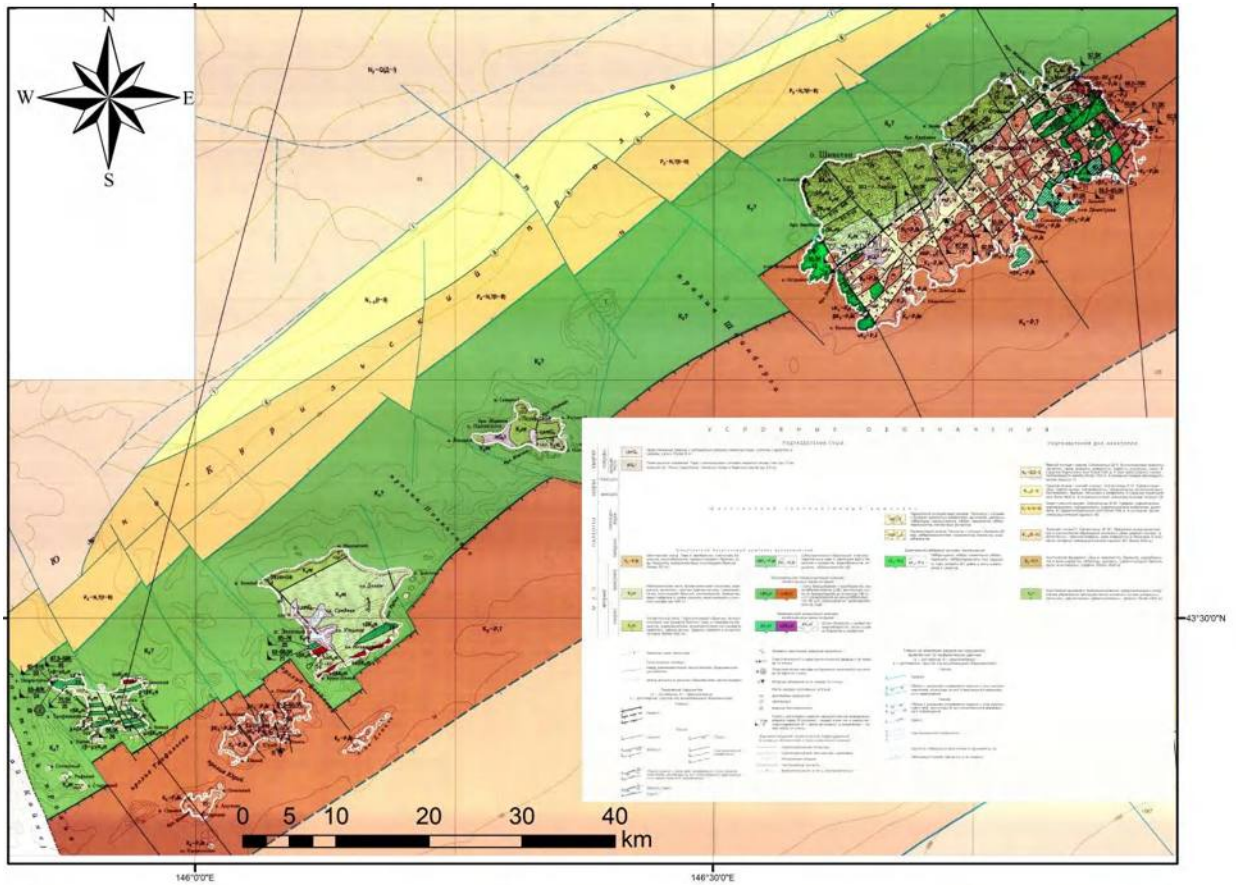
Приложение 1. Геологические карты Южных Курильских островов

Кунашир



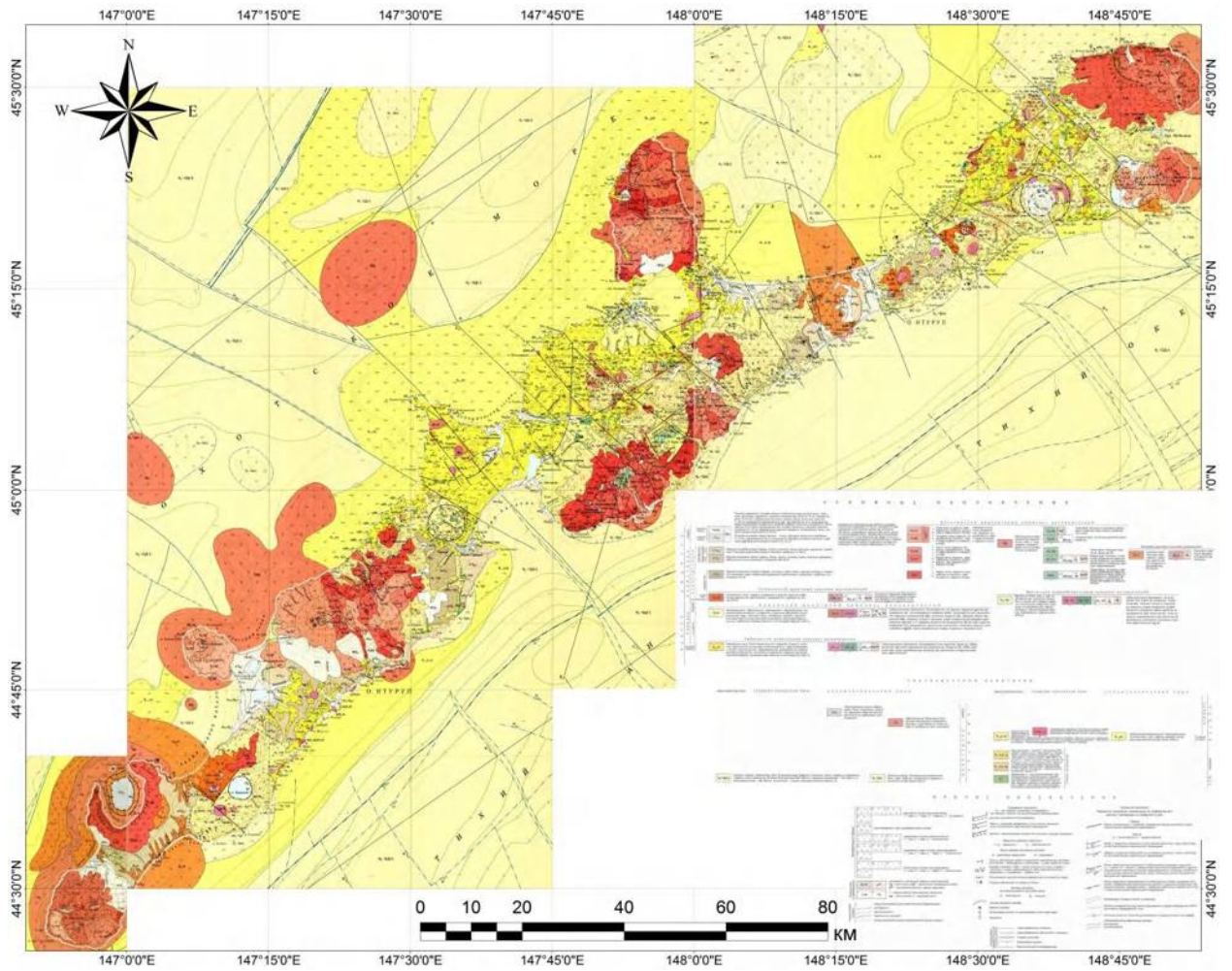
(Источник: <https://webmapget.vsegei.ru/index.html>)

Малые Курильские острова



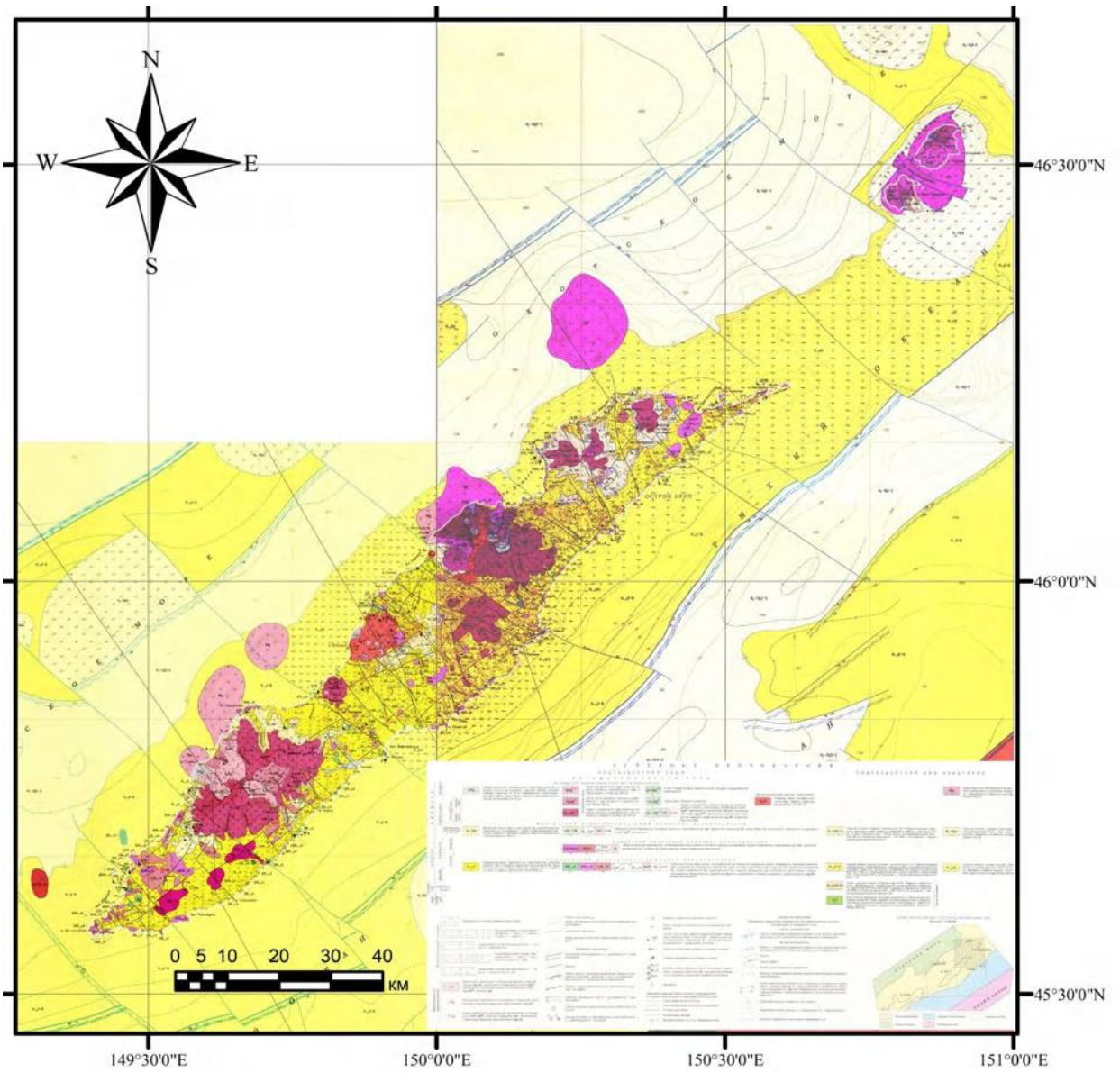
(Источник: <https://webmapget.vsegei.ru/index.html>)

Итуруп



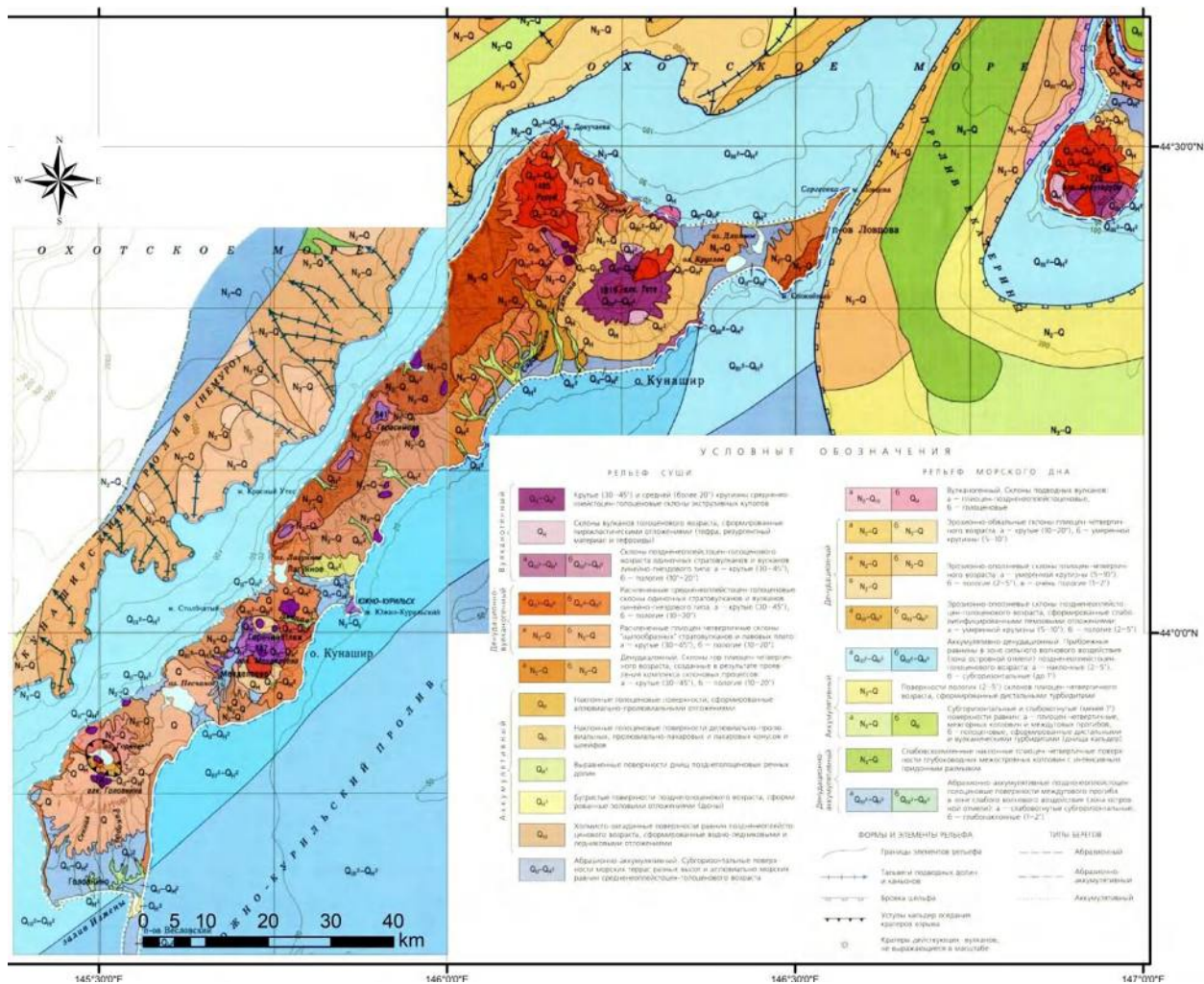
(Источник: <https://webmapget.vsegei.ru/index.html>)

Уруп и Чёрные Братья



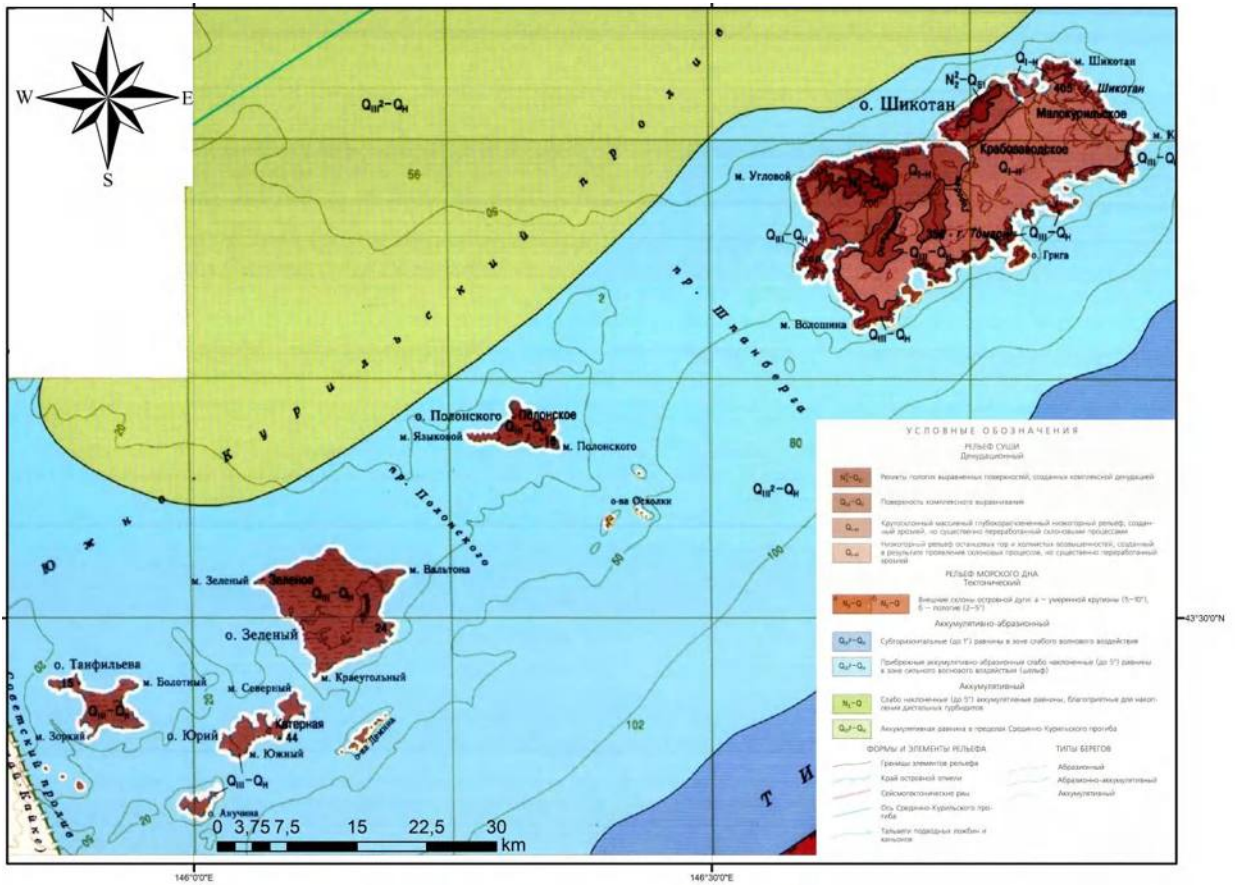
(Источник: <https://webmapget.vsegei.ru/index.html>)

Приложение 2. Геоморфологические карты Южных Курильских островов Кунашир



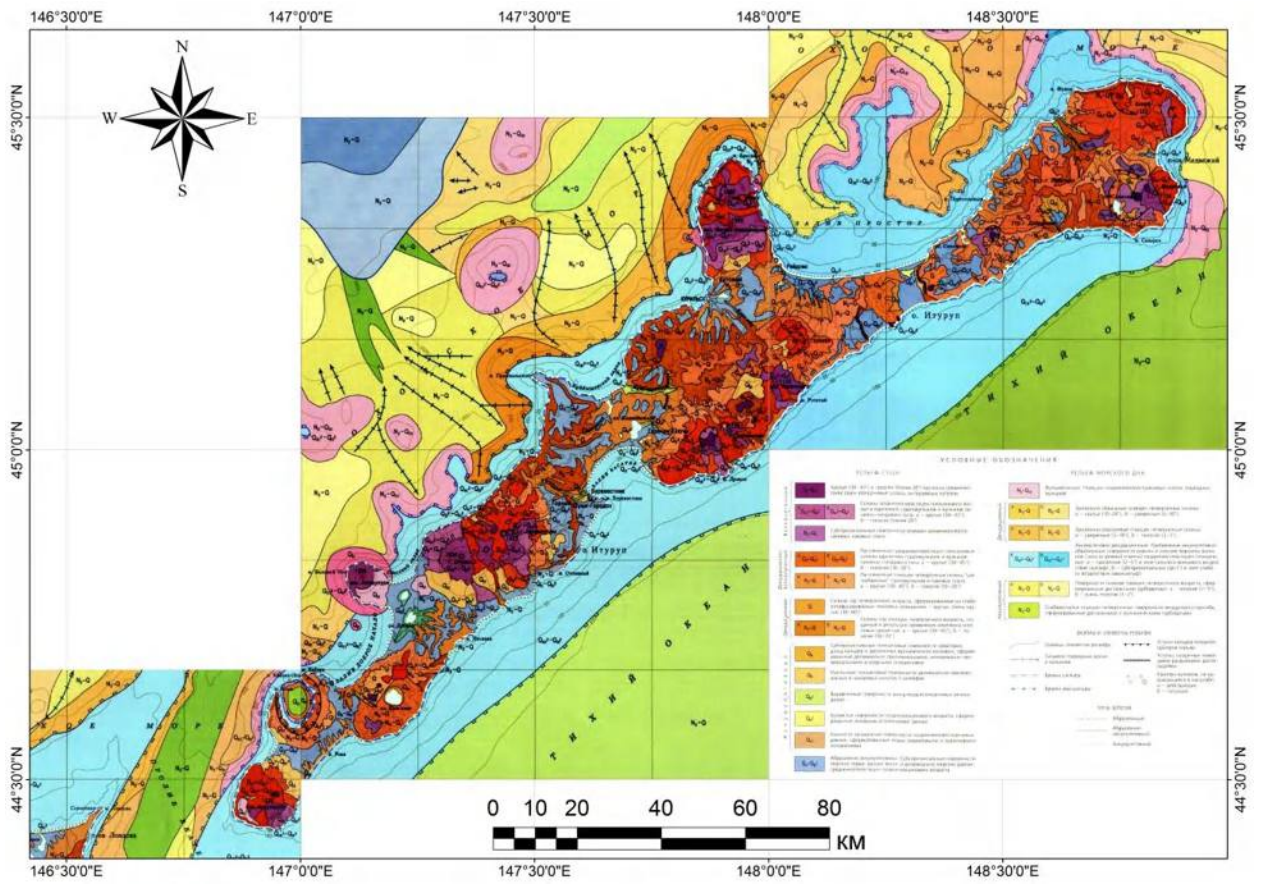
(Источник: <https://webmapget.vsegei.ru/index.html>)

Малые Курильские острова



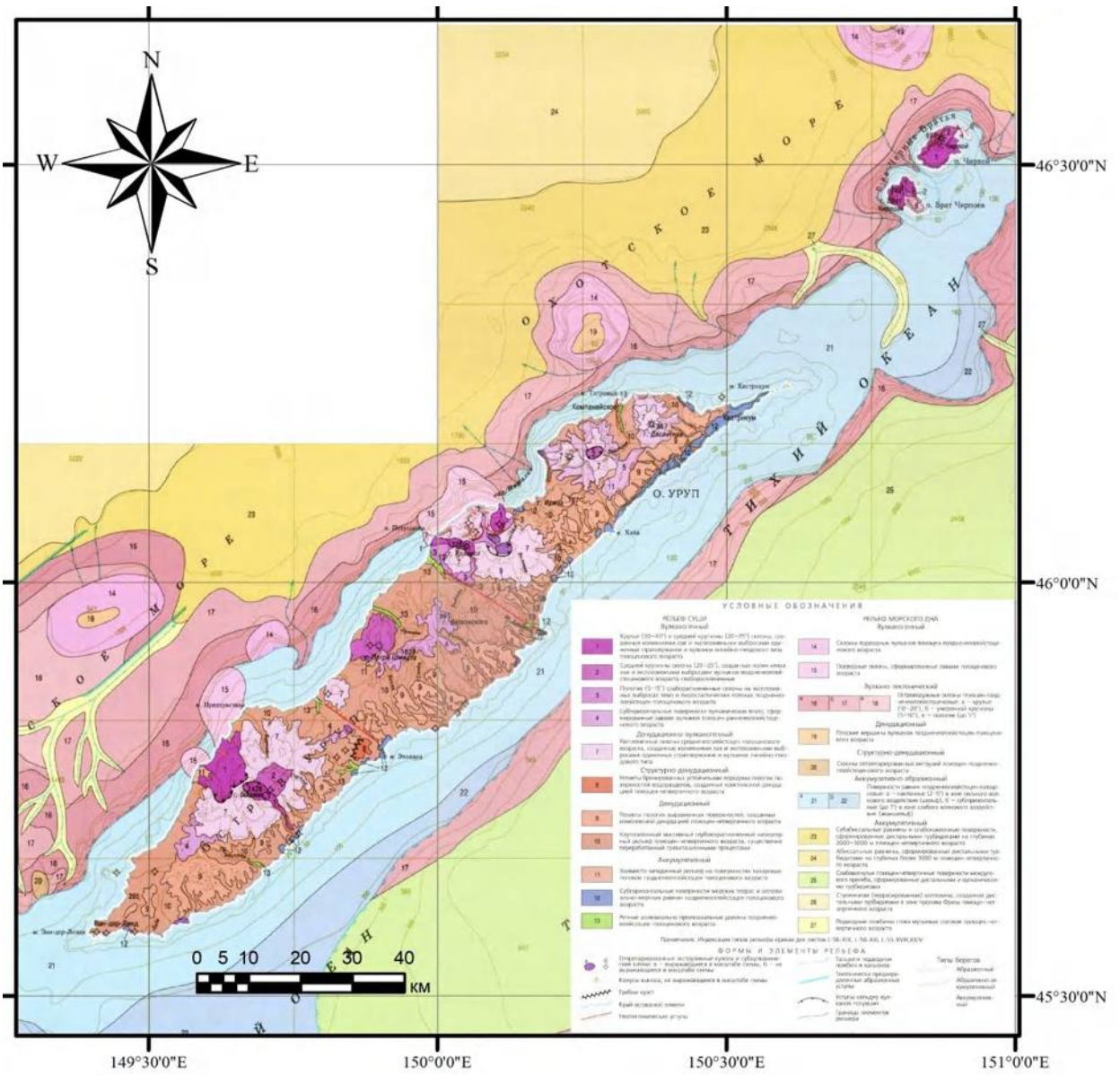
(Источник: <https://webmapget.vsegei.ru/index.html>)

Итуруп



(Источник: <https://webmapget.vsegei.ru/index.html>)

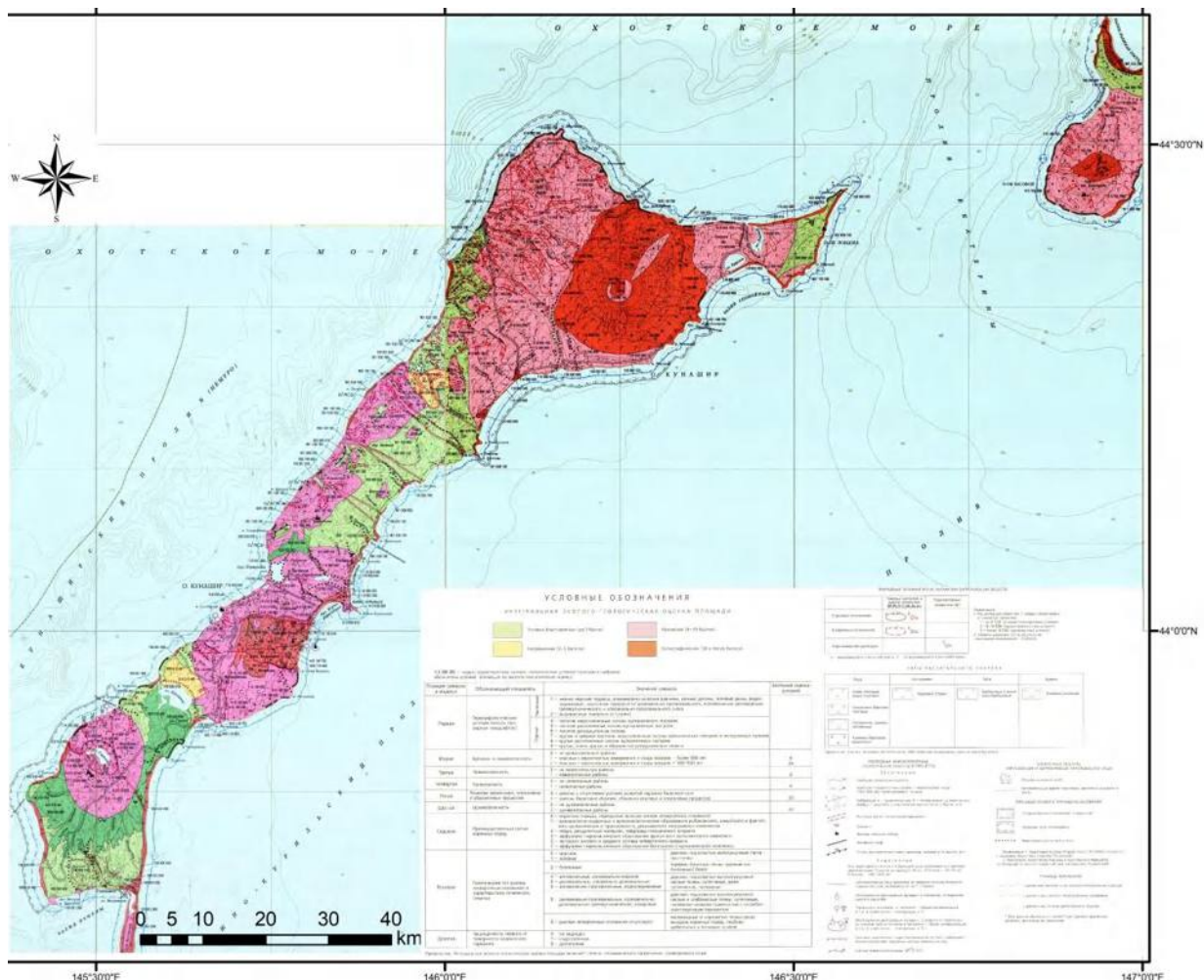
Уруп и Чёрные Братья



(Источник: <https://webmapget.vsegei.ru/index.html>)

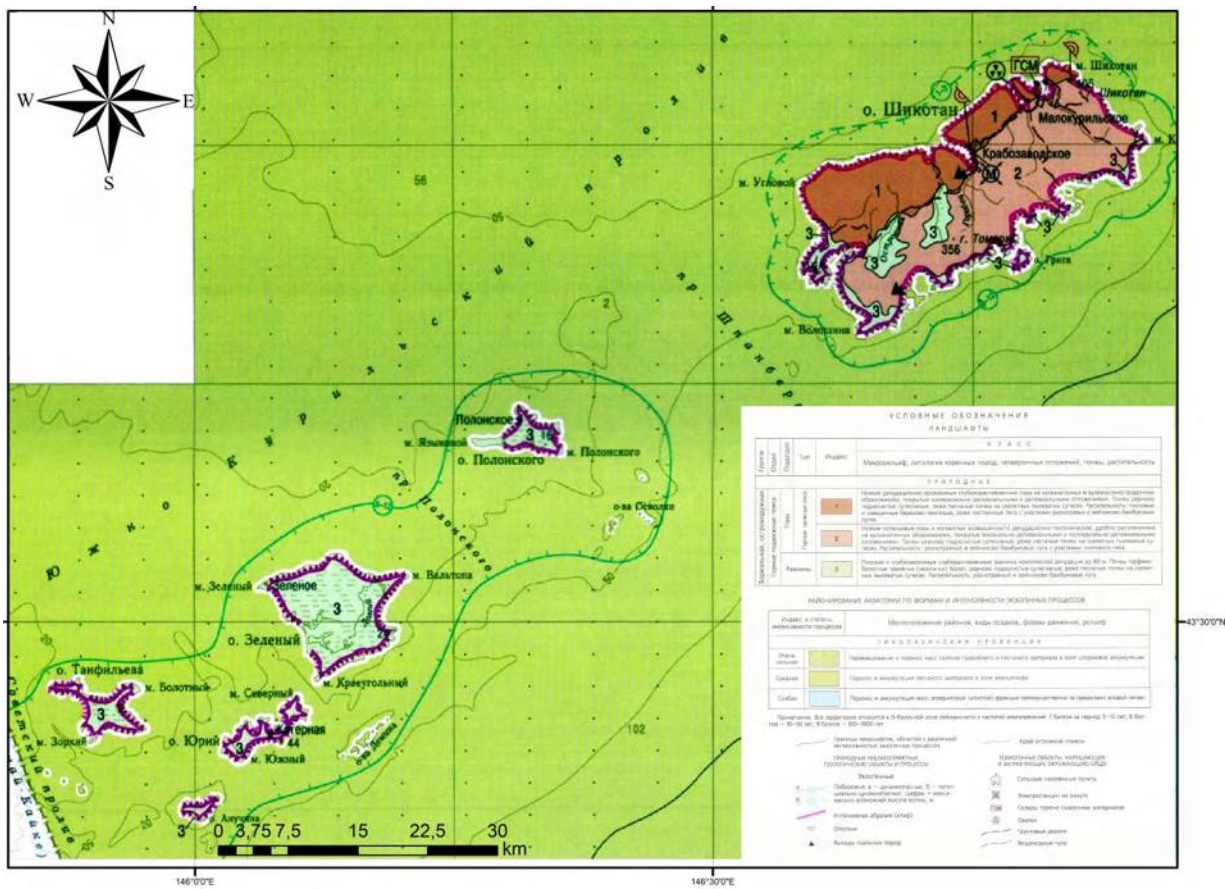
Приложение 3. Карты опасных и неблагоприятных геолого-геоморфологических процессов

Кунашир



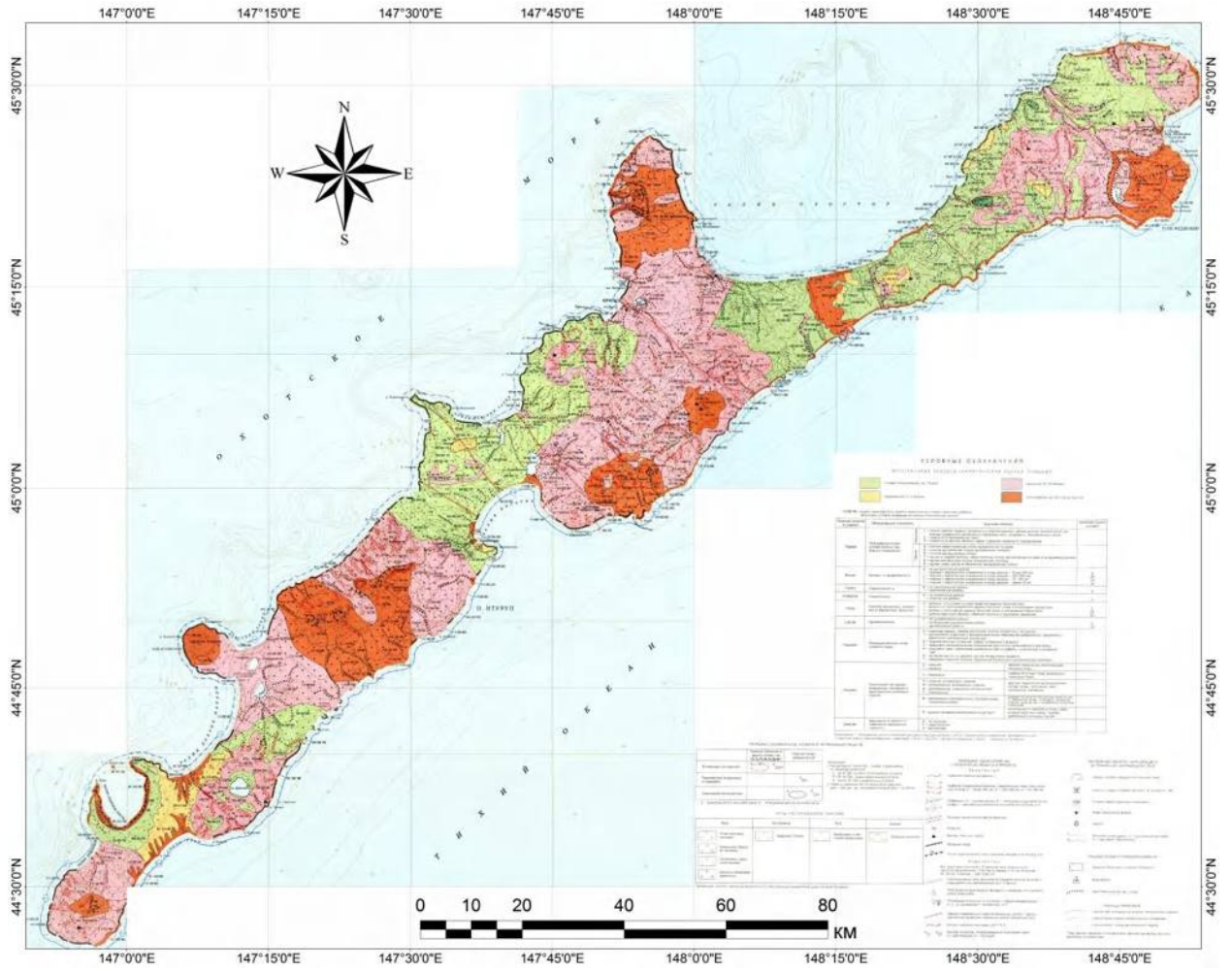
(Источник: <https://webmapget.vsegei.ru/index.html>)

Малые Курильские острова



(Источник: <https://webmapget.vsegei.ru/index.html>)

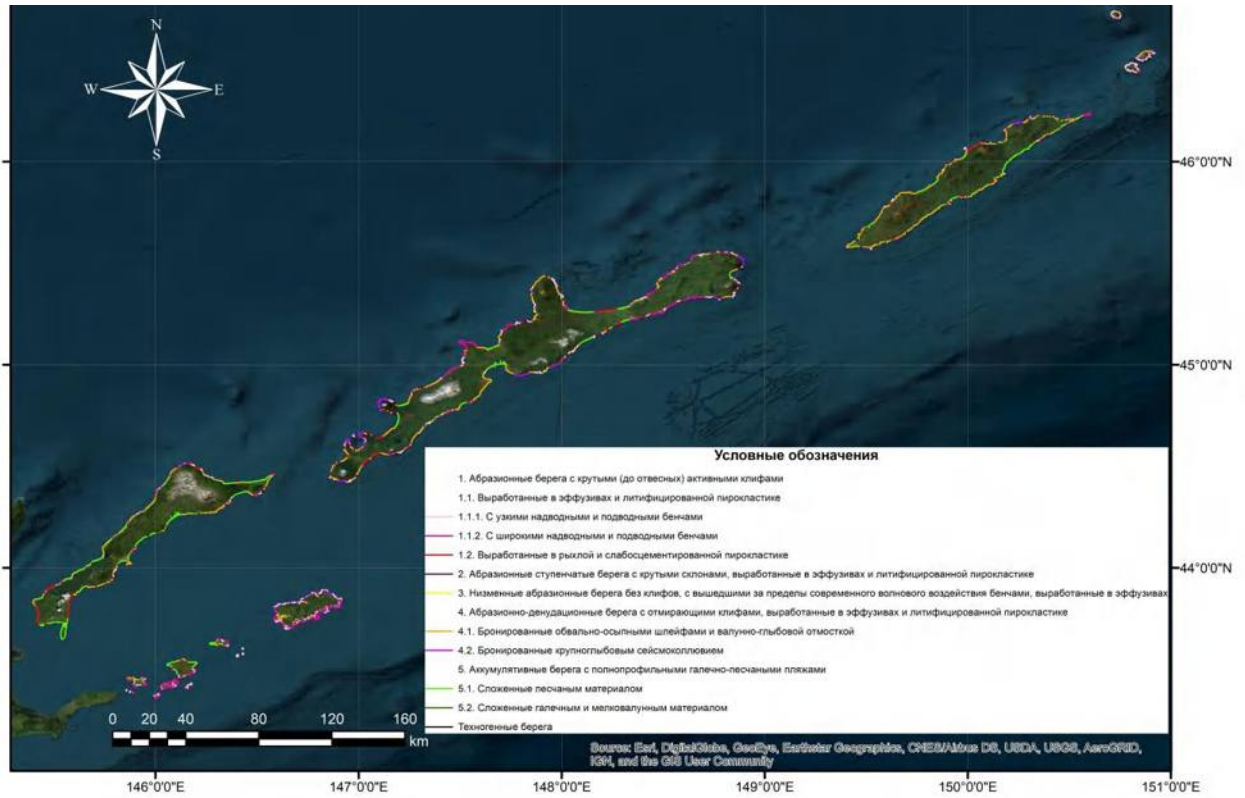
Итуруп



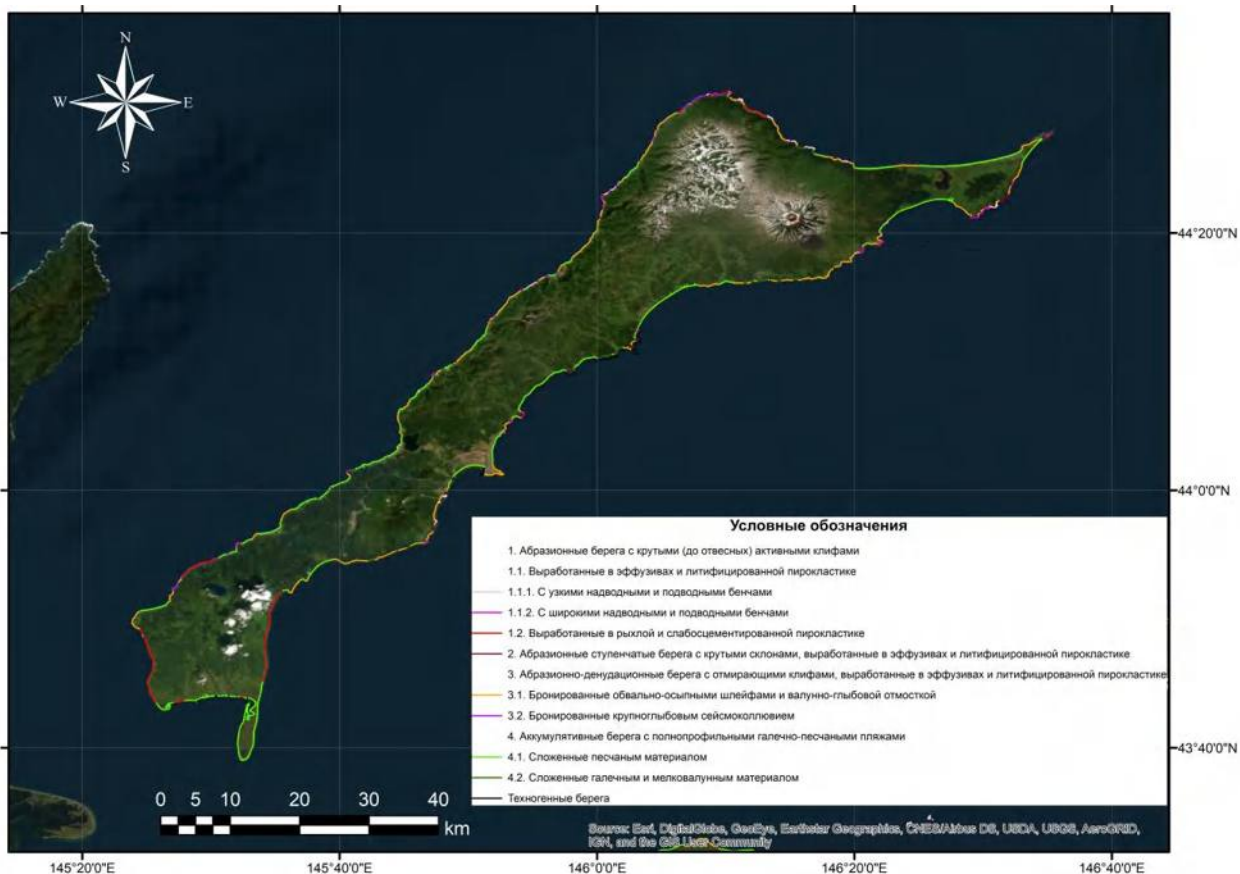
(Источник: <https://webmapget.vsegei.ru/index.html>)

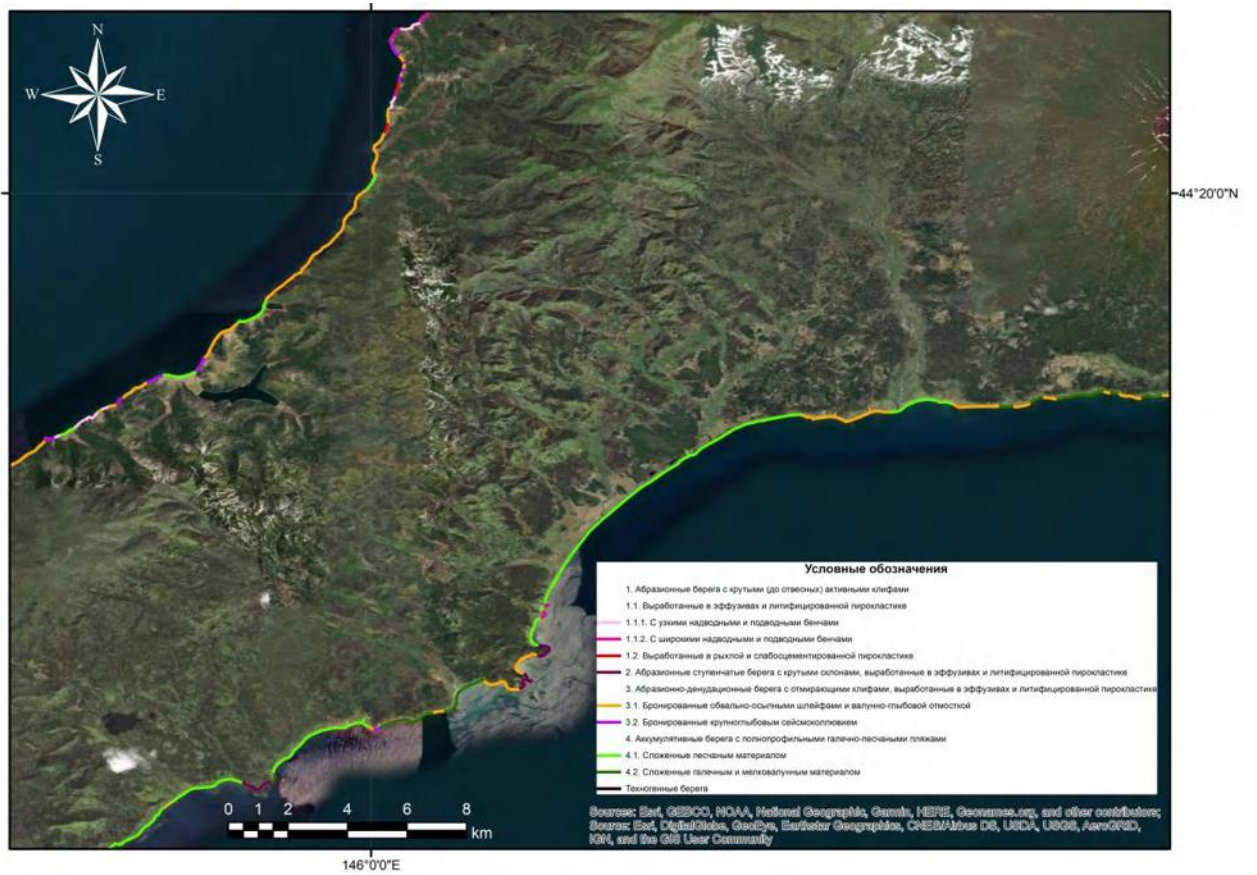
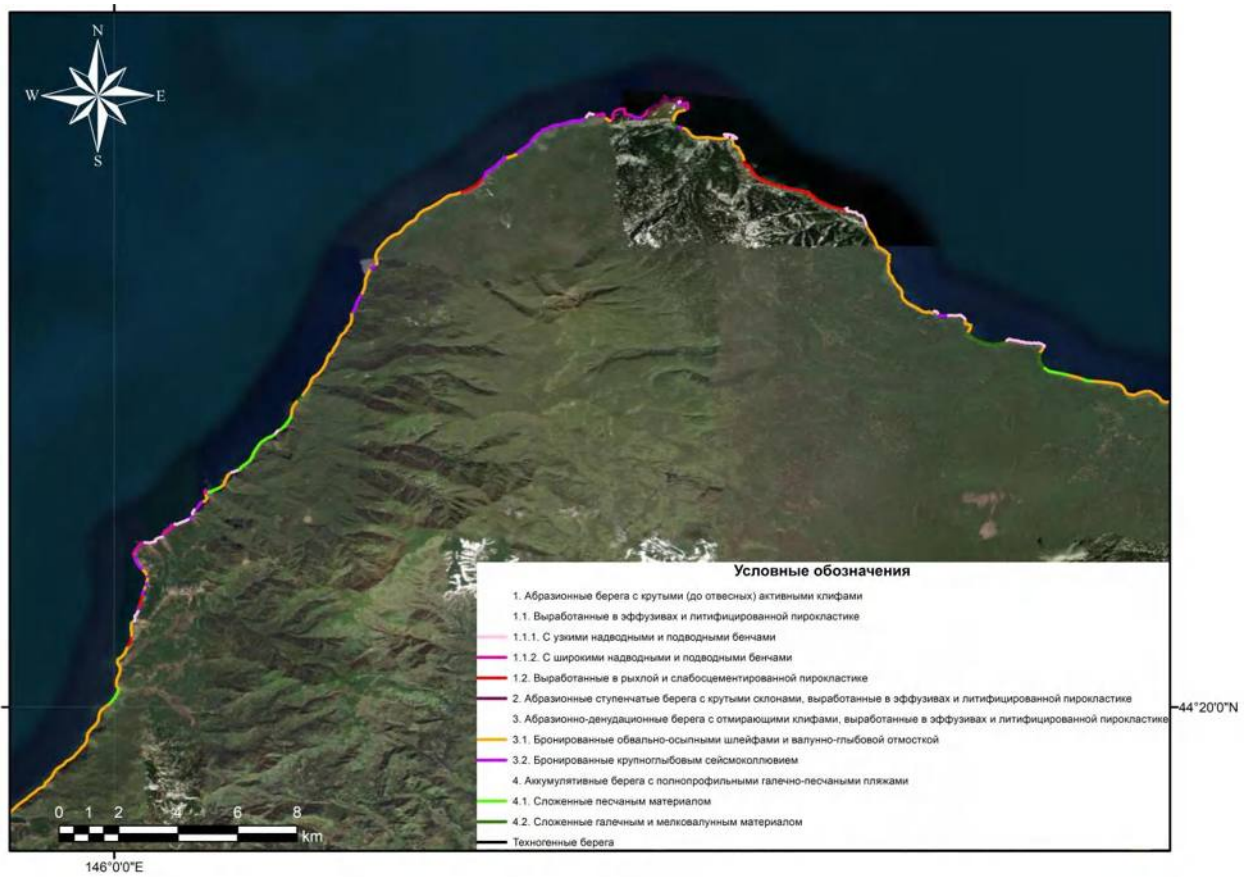
Приложение 4. Карты морфолитогенетических типов берегов

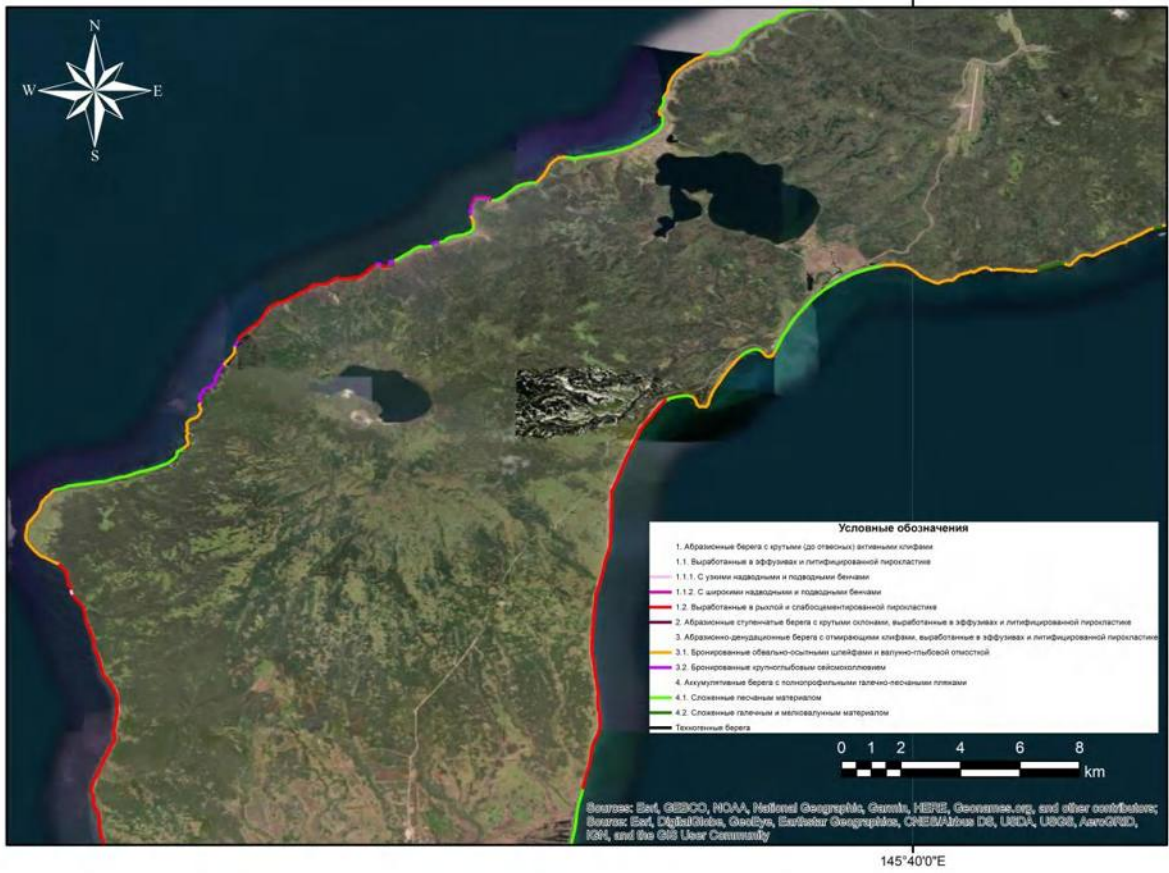
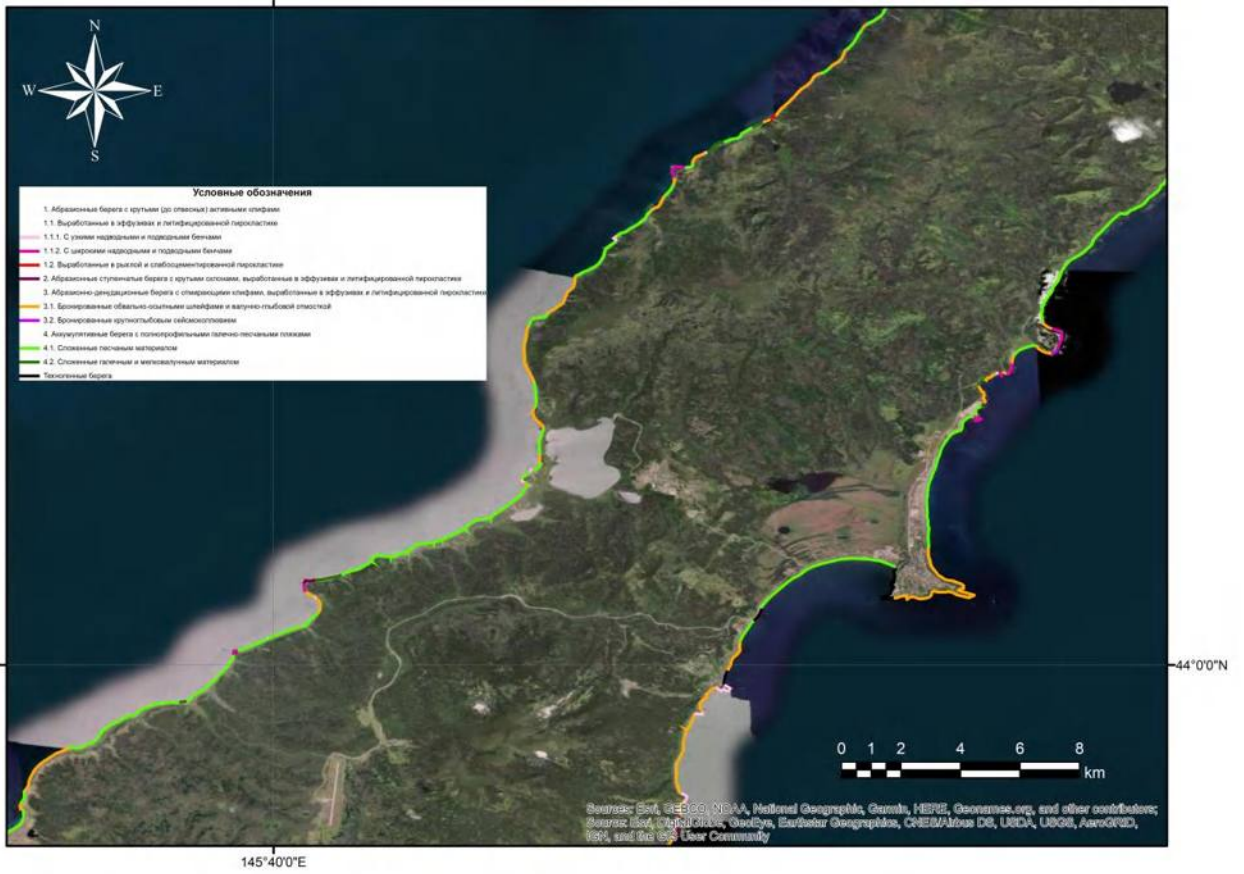
Южных Курильских островов

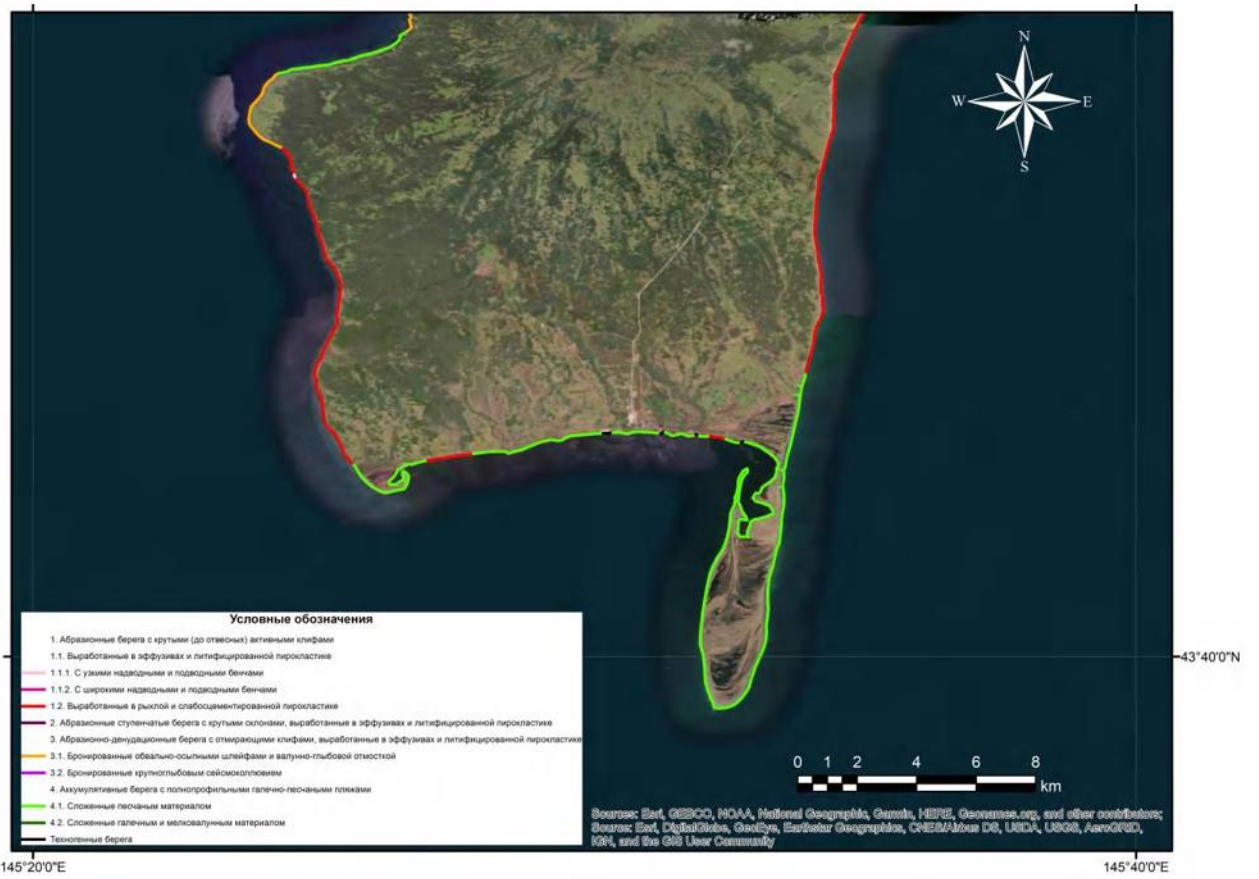


Кунашир

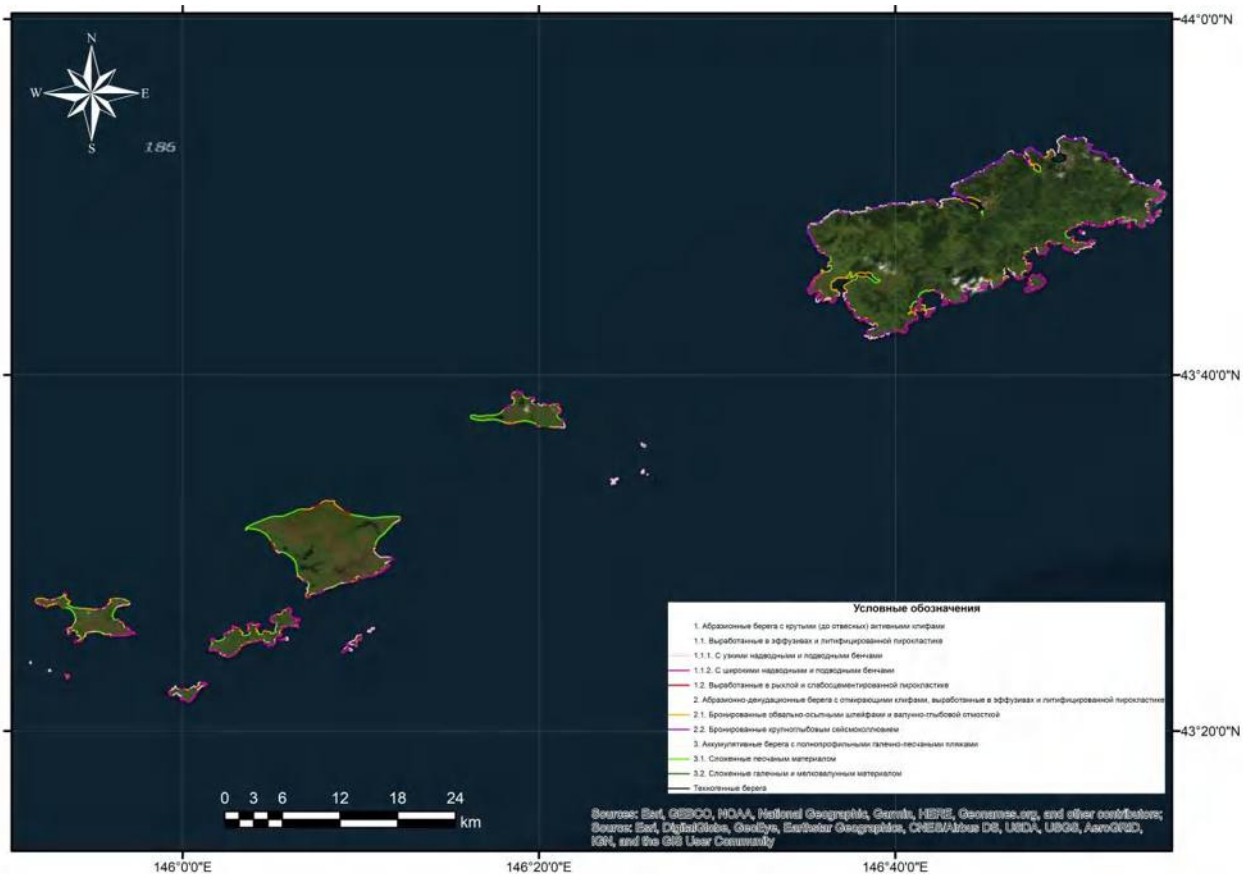




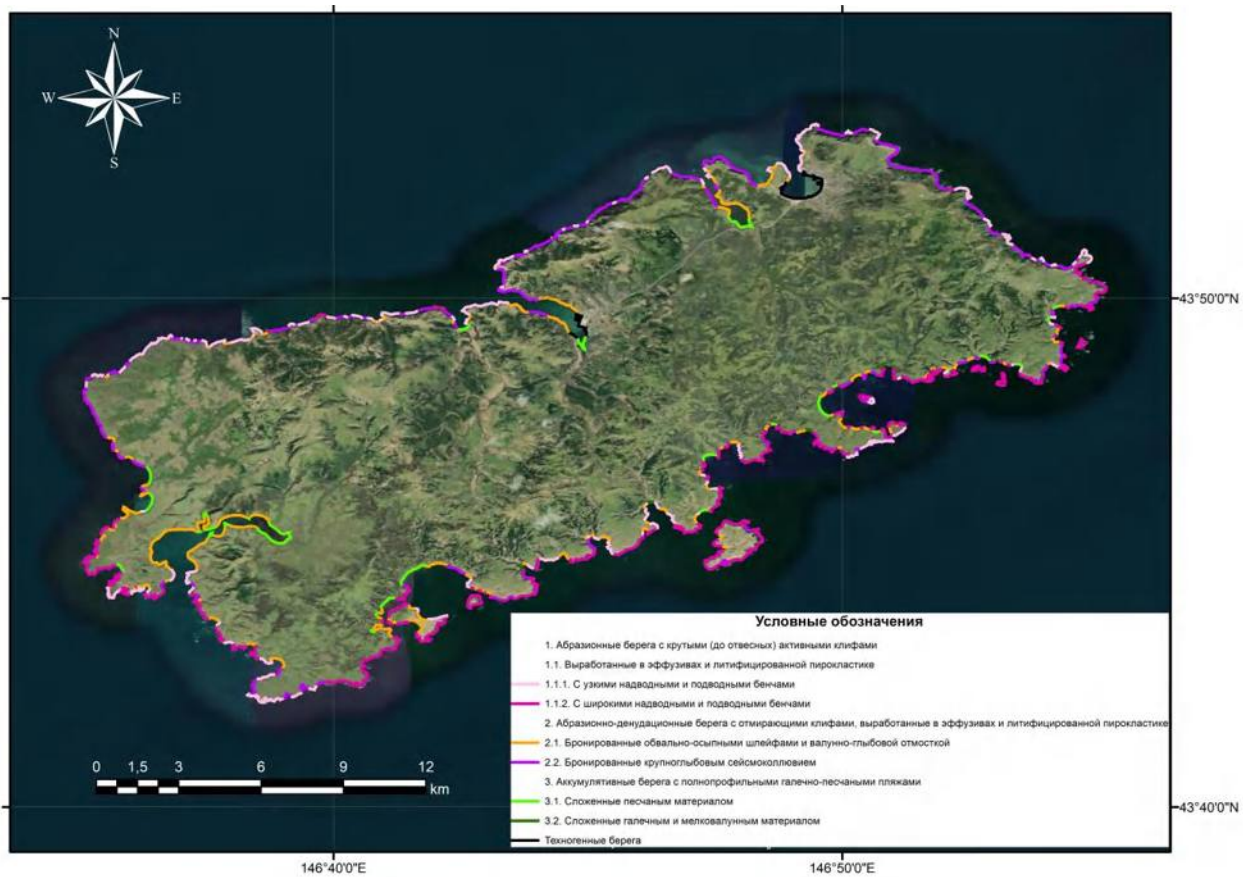




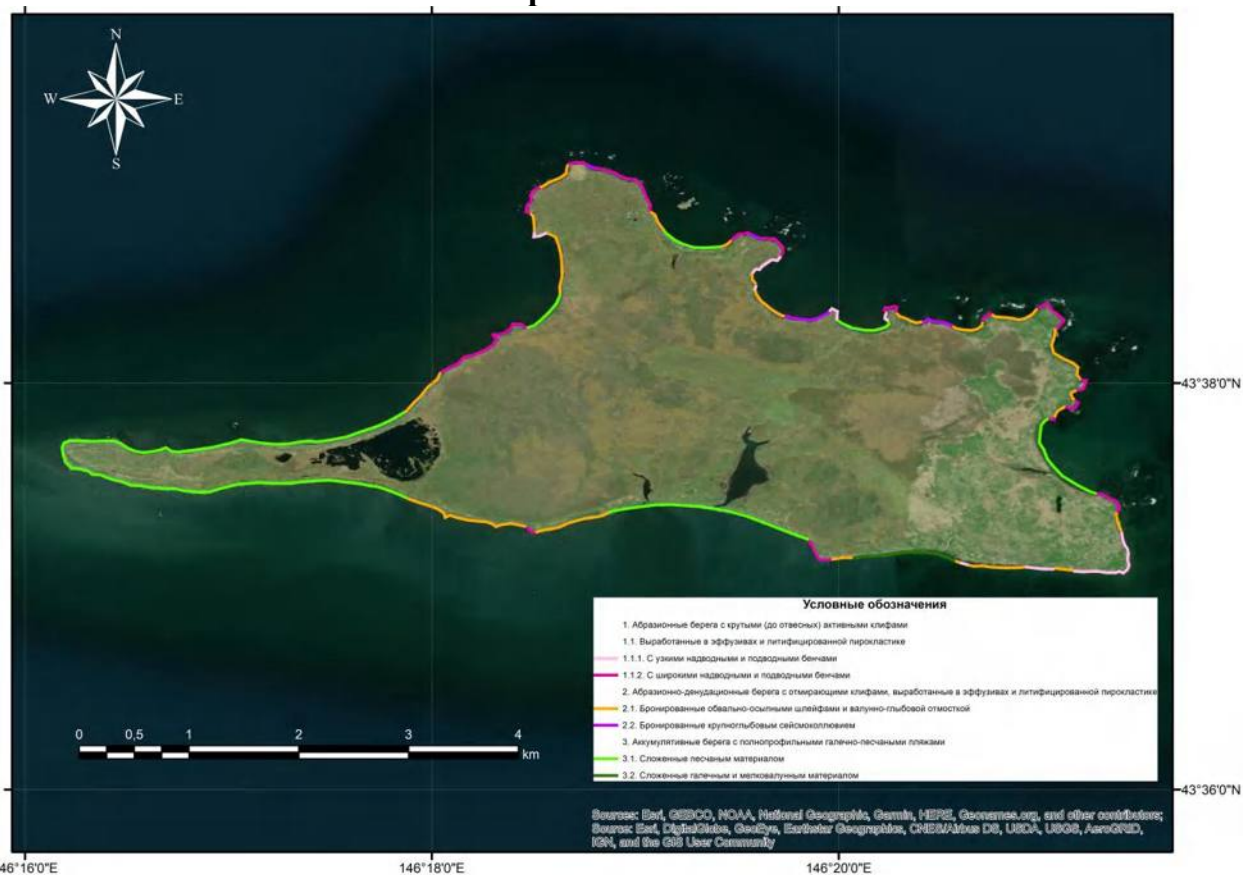
Малые Курильские острова



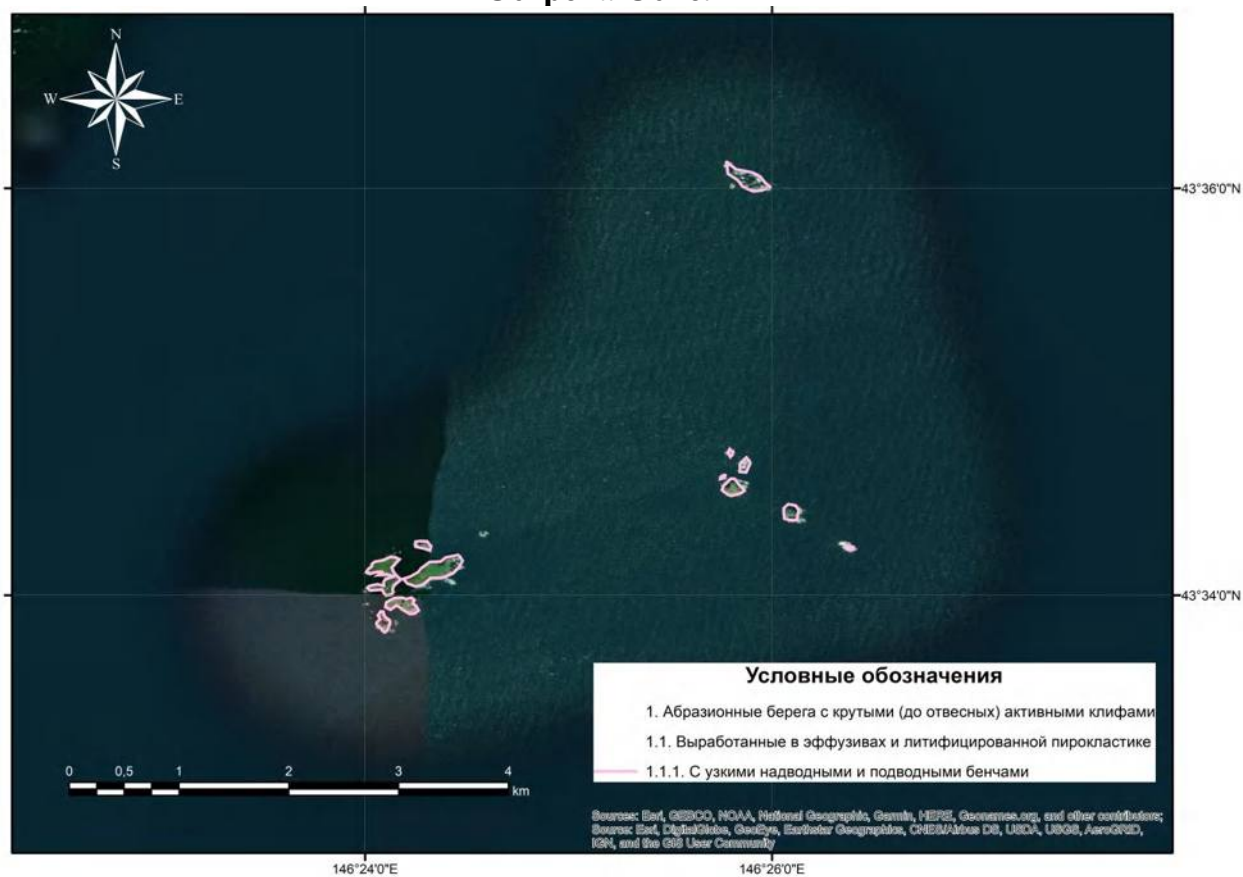
Шикотан



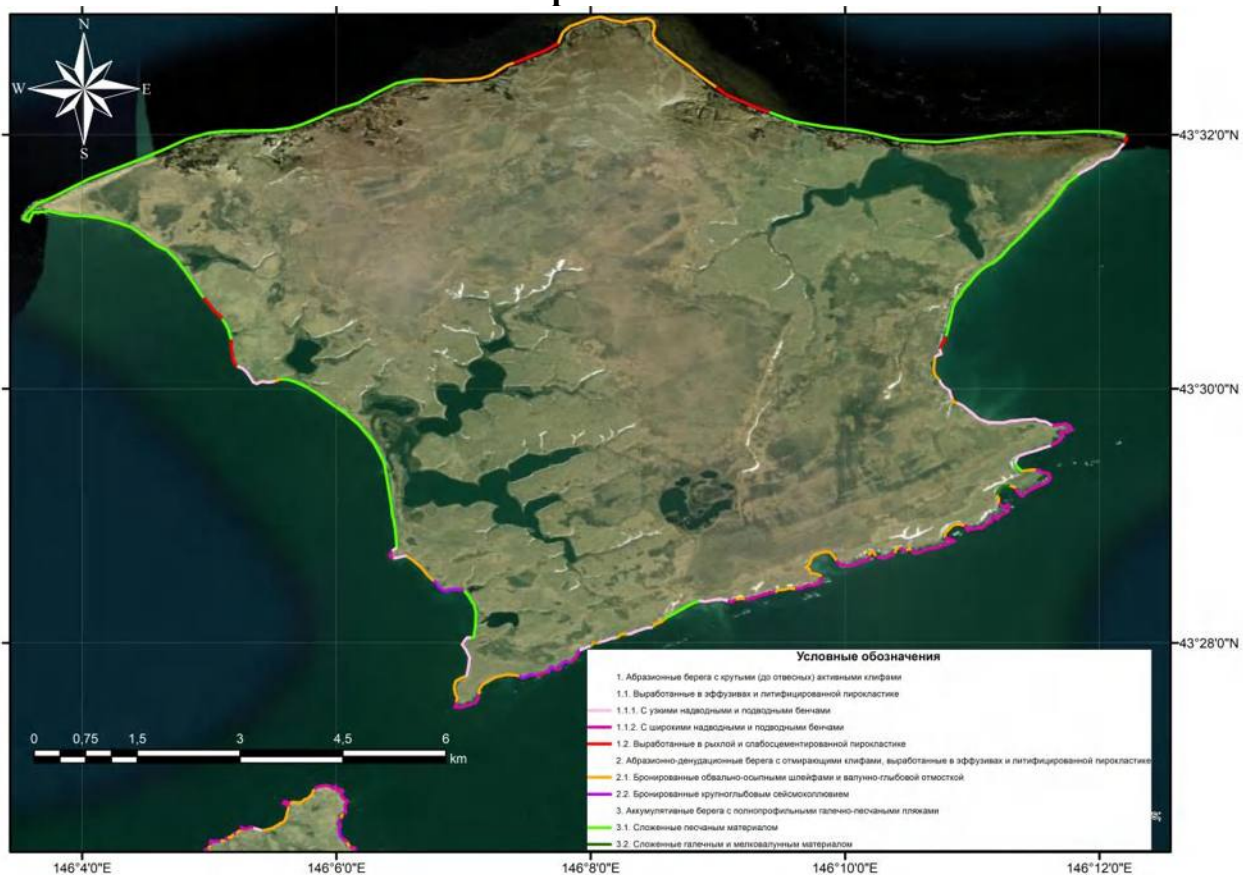
Остров Полонского



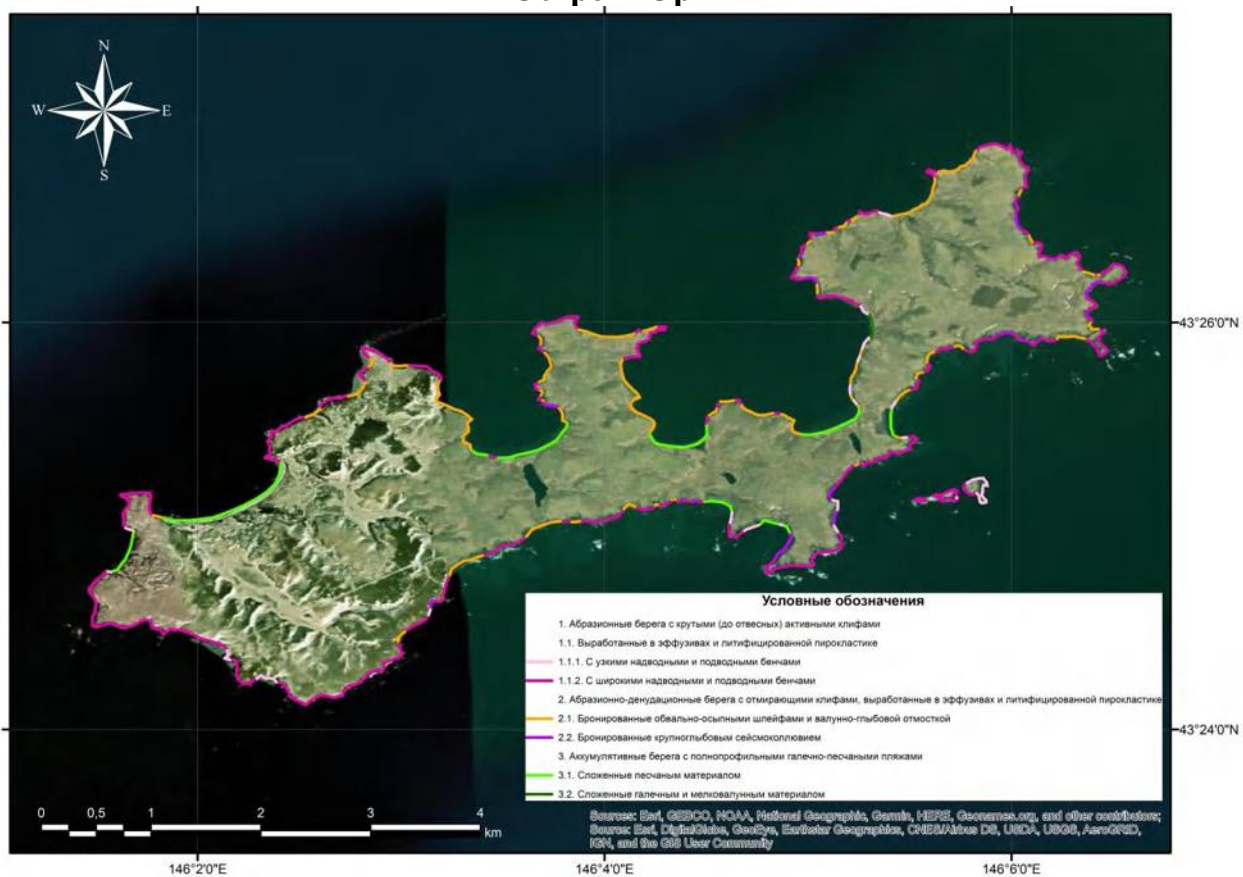
Острова Осколки



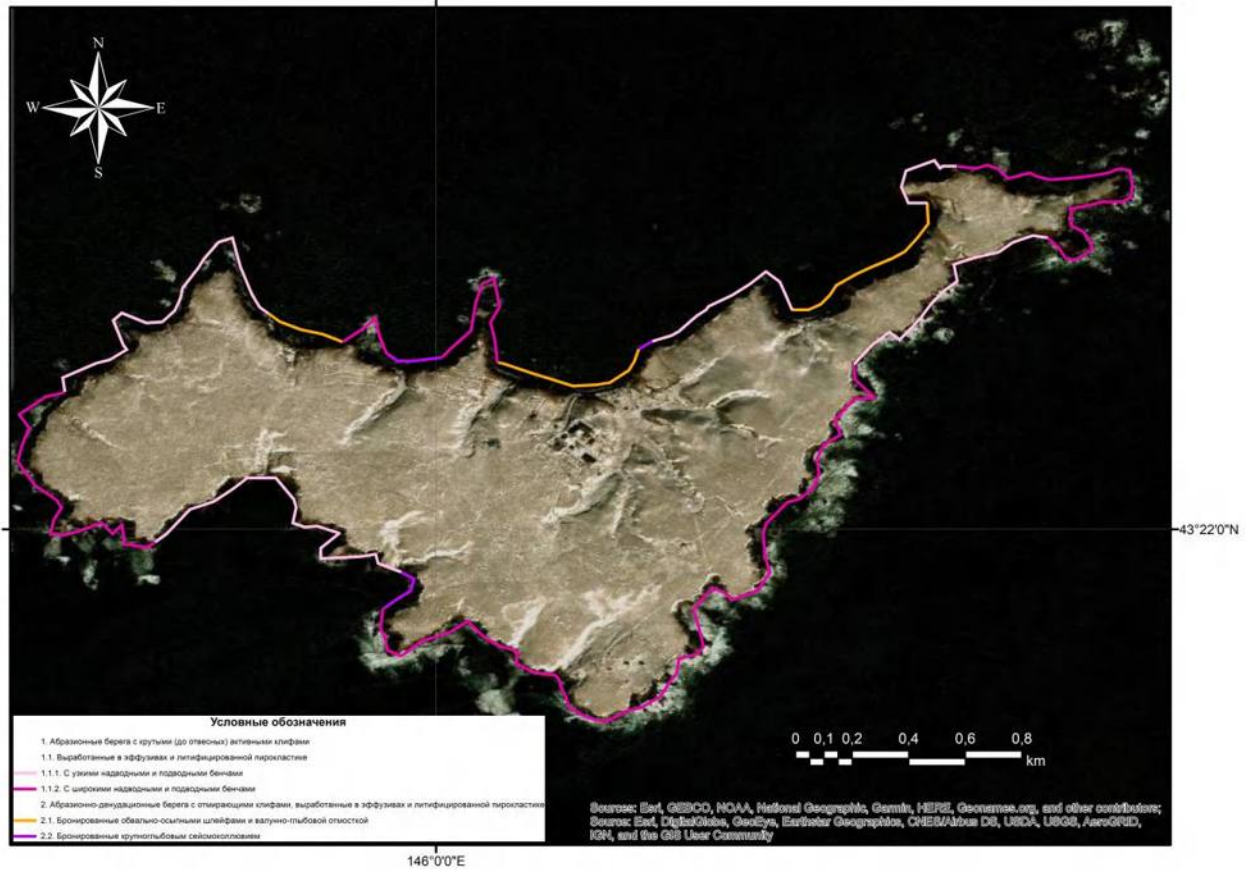
Остров Зелёный



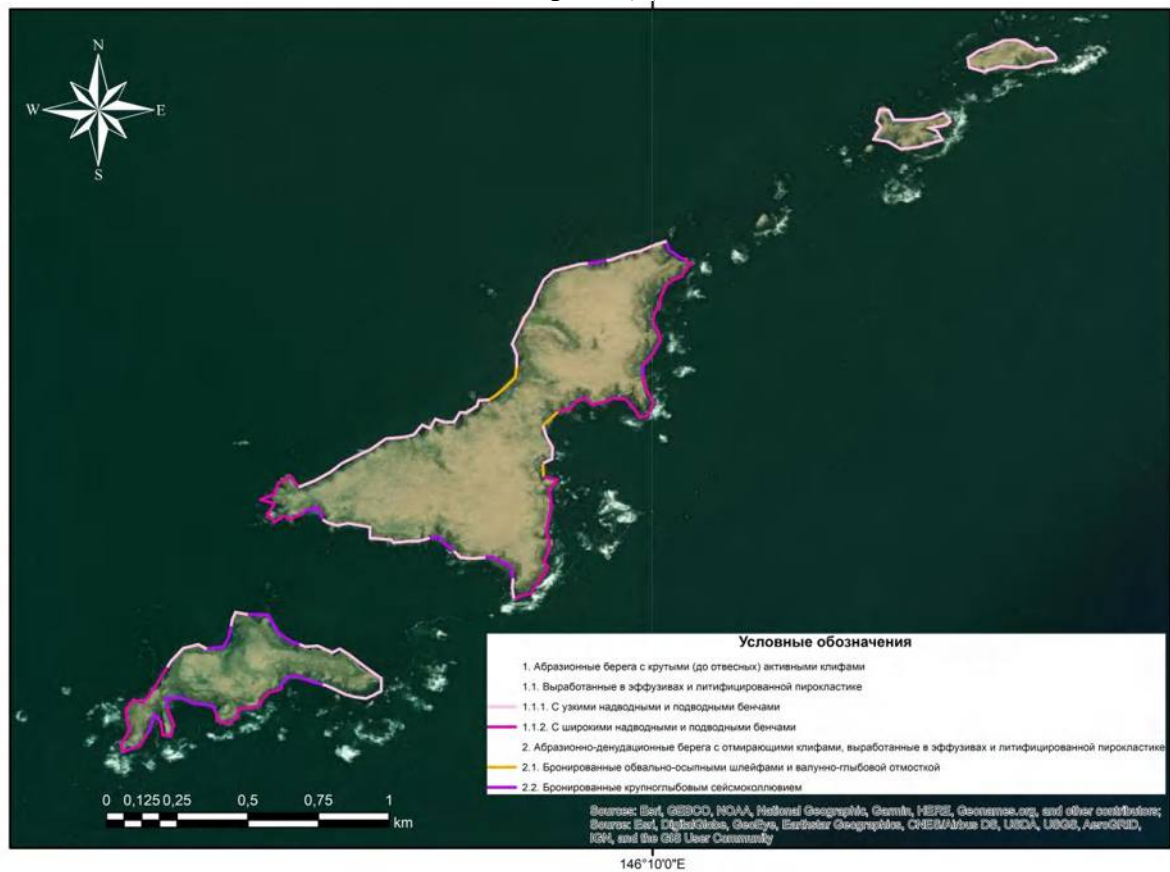
Остров Юрий



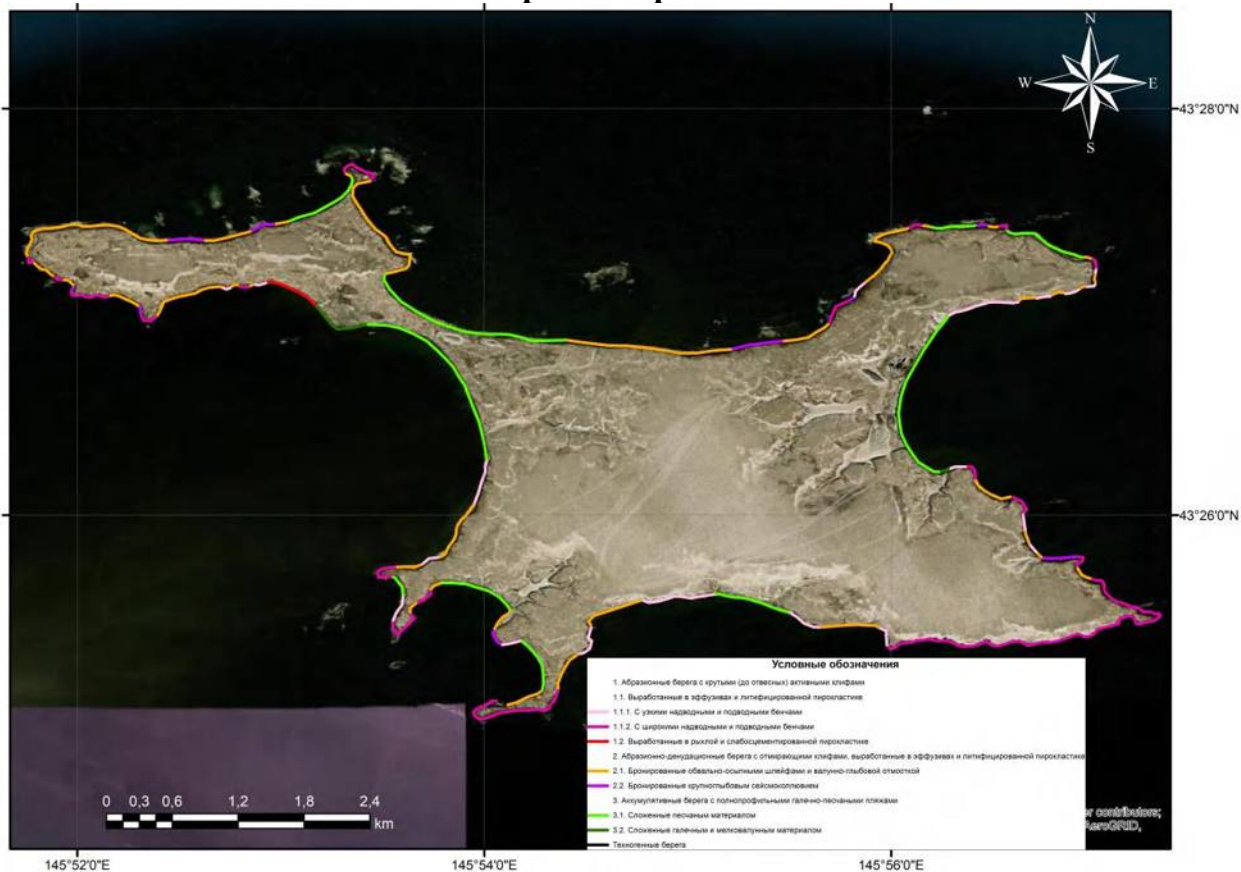
Остров Анучина



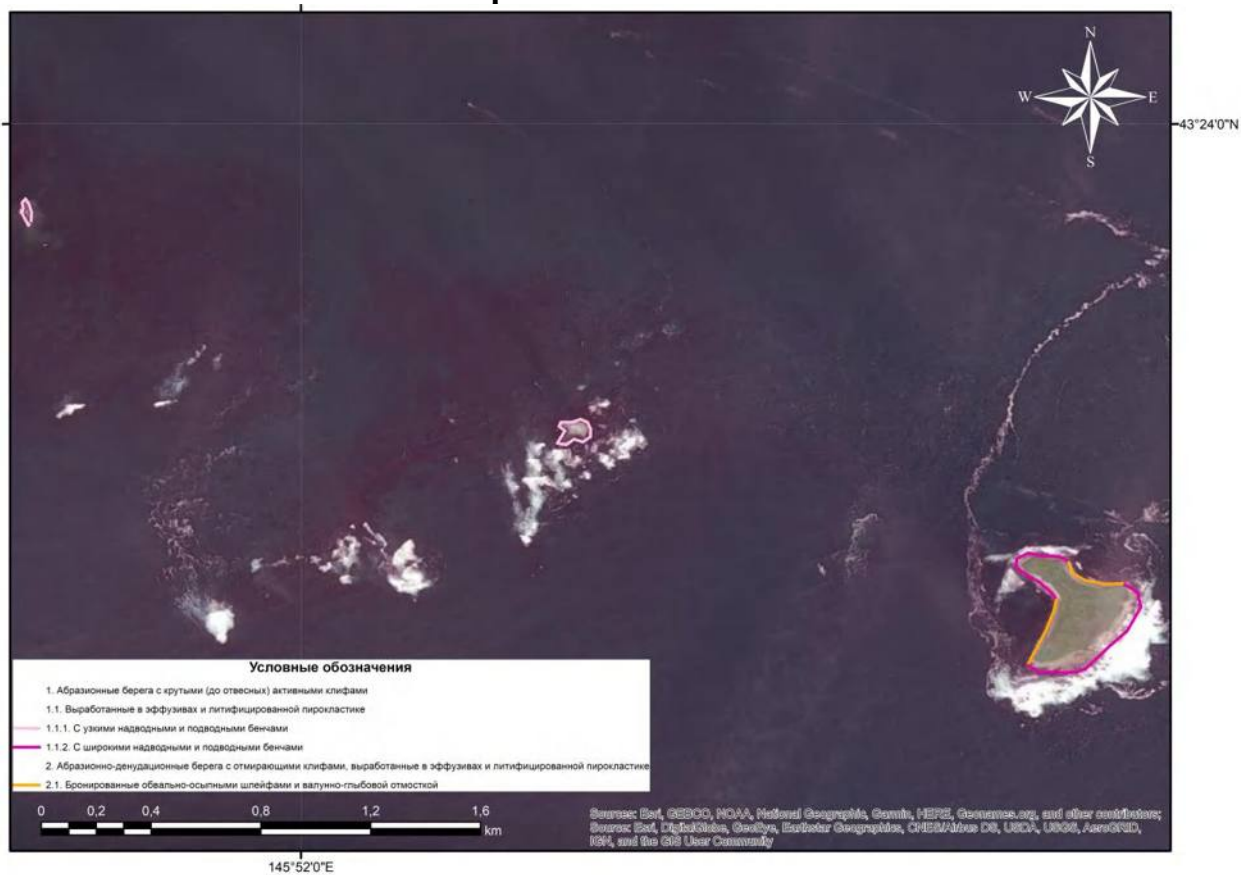
Острова Дёмина



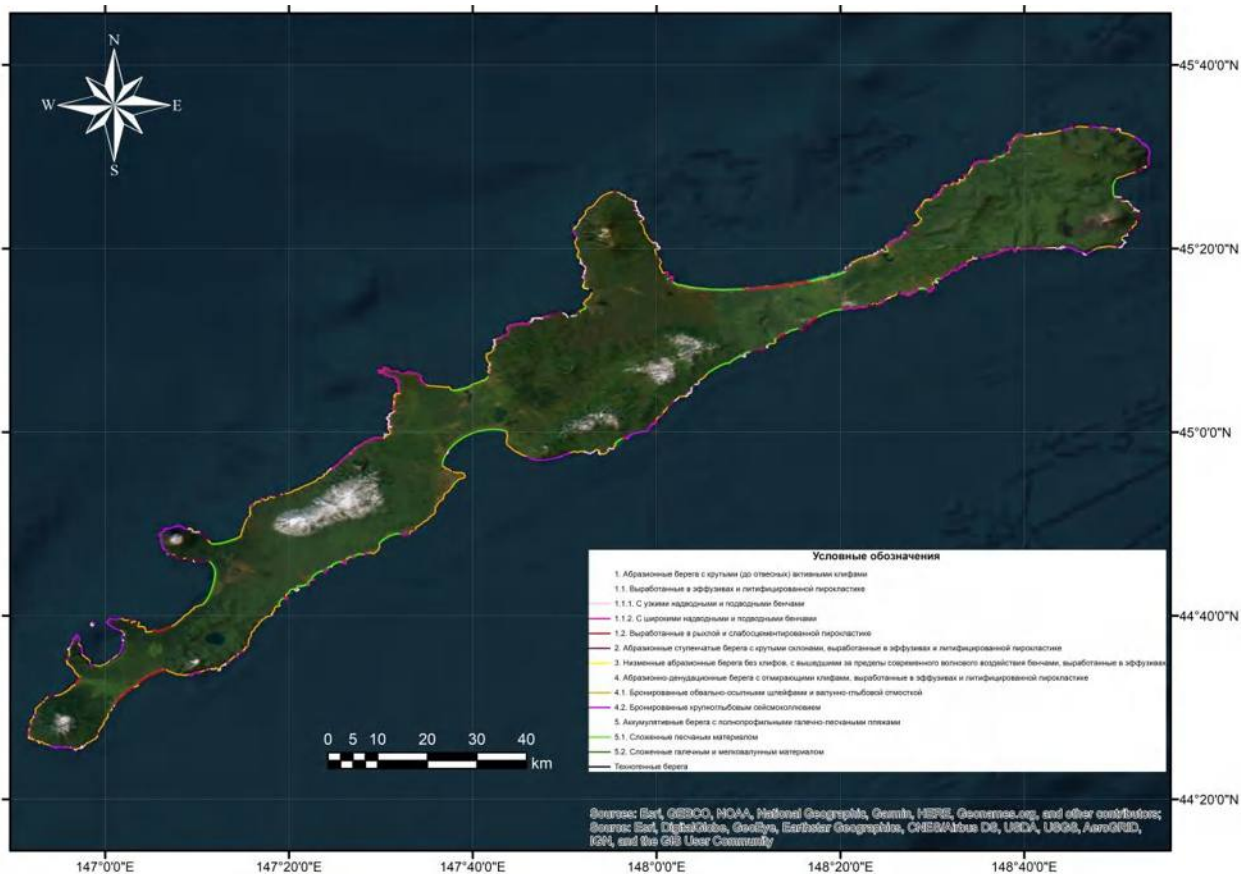
Остров Танфильева

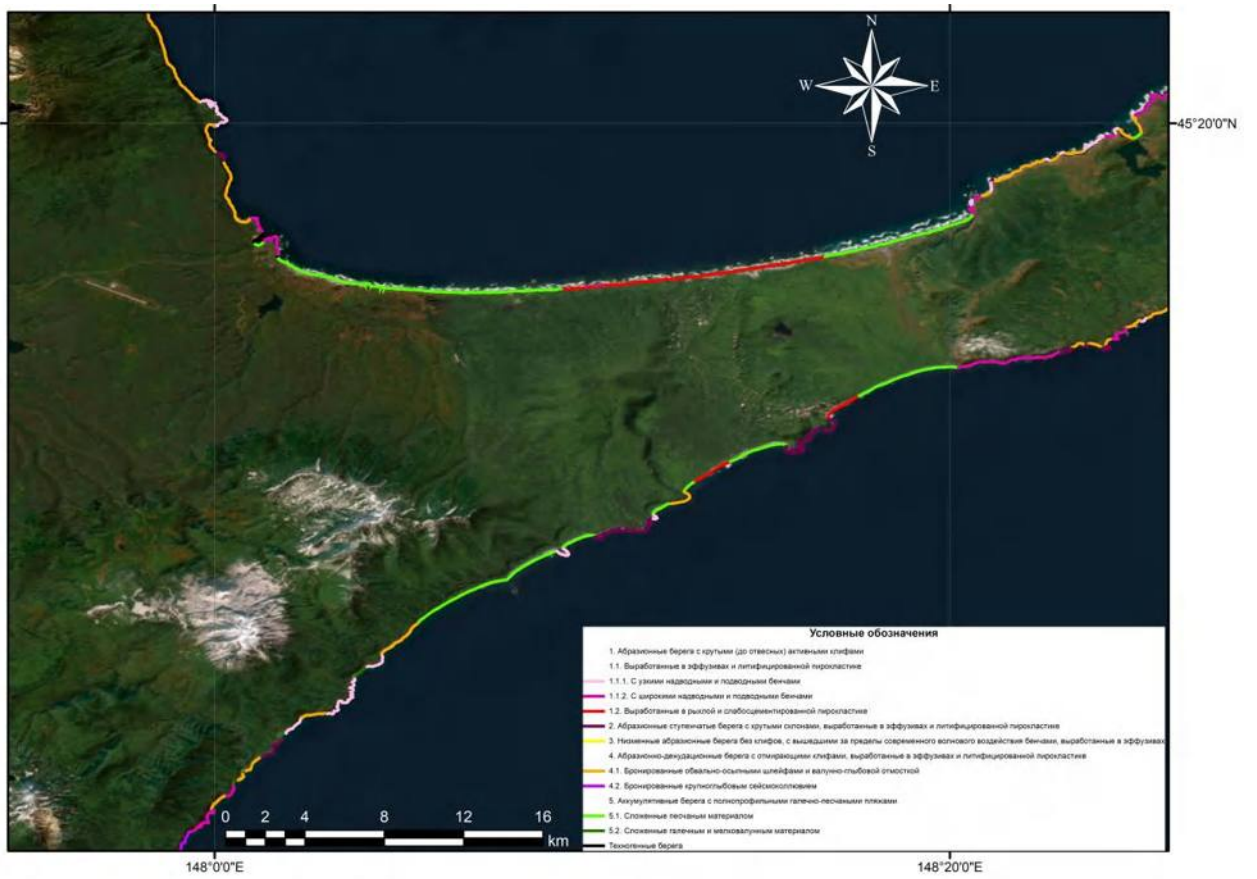


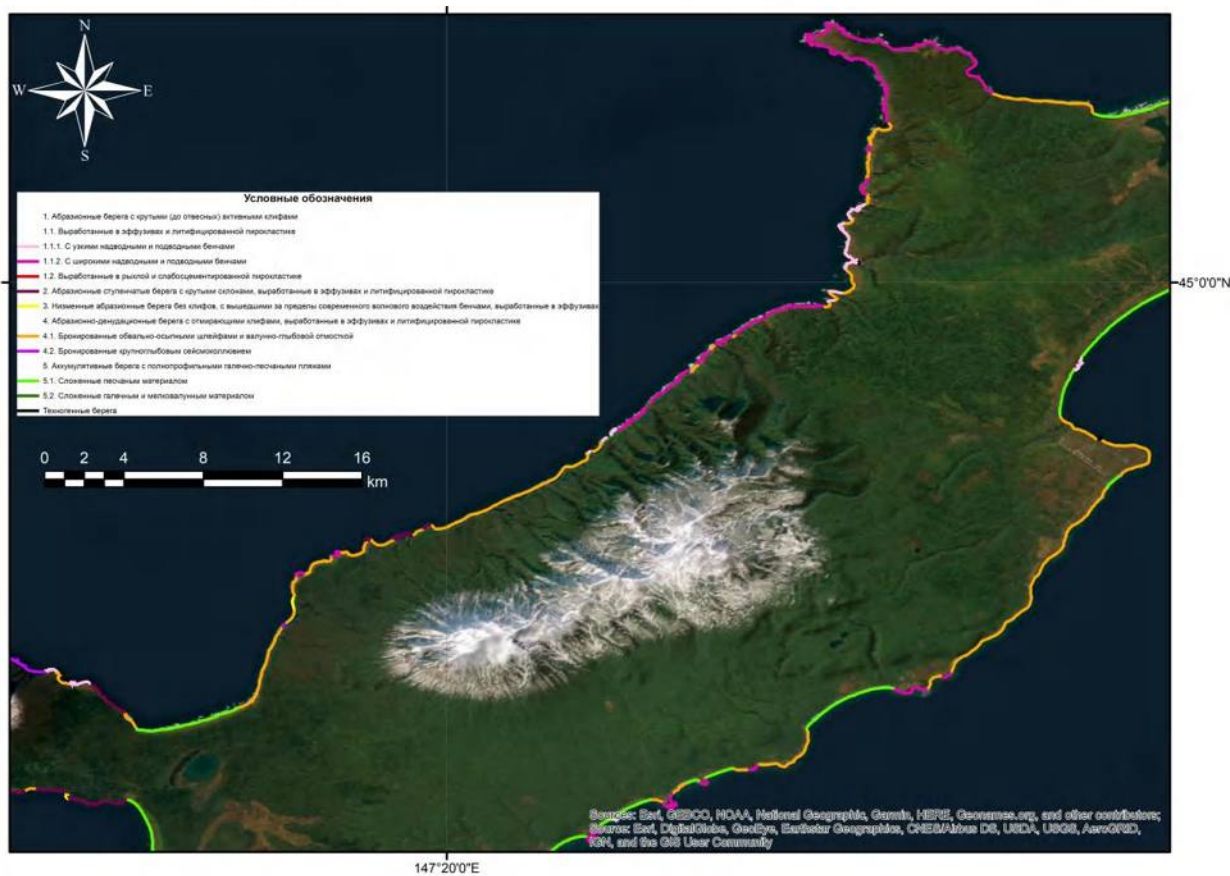
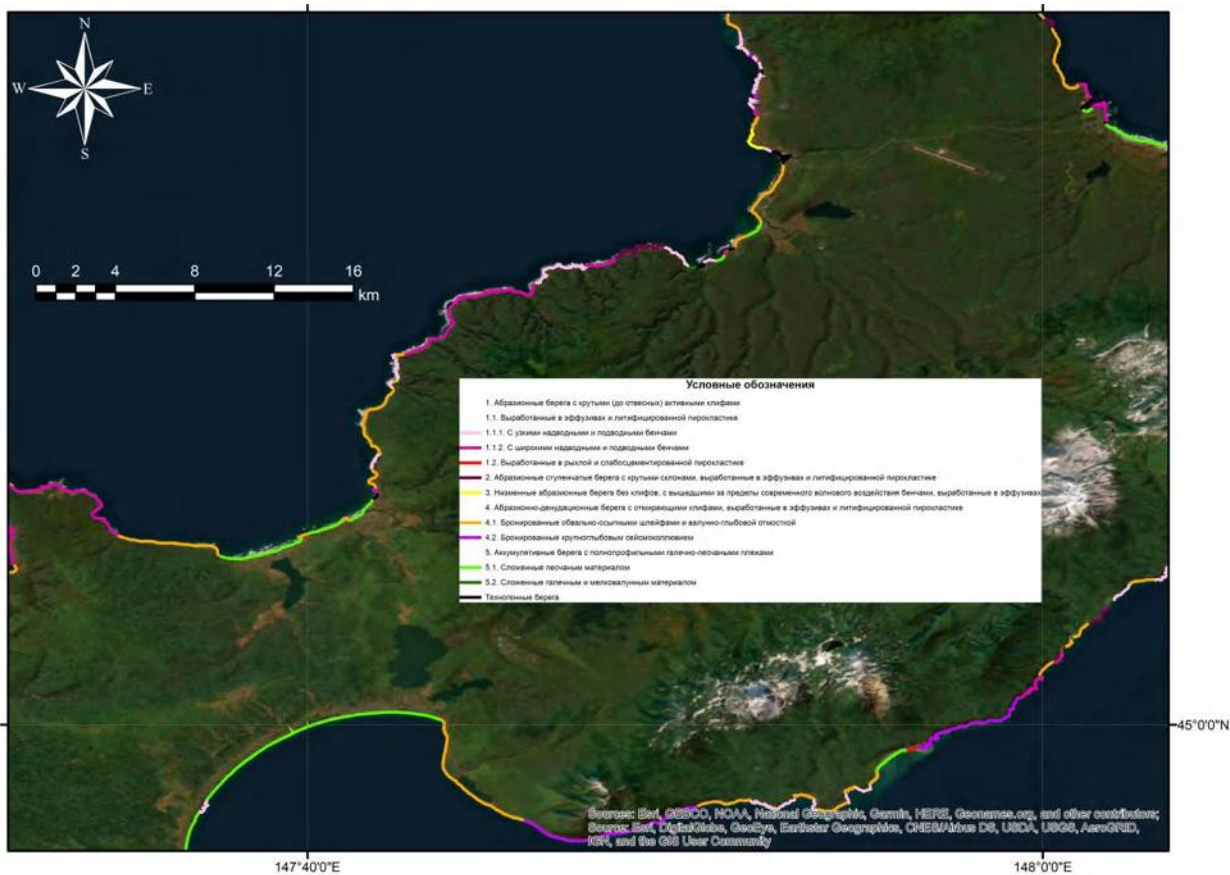
Острова банки Опасной

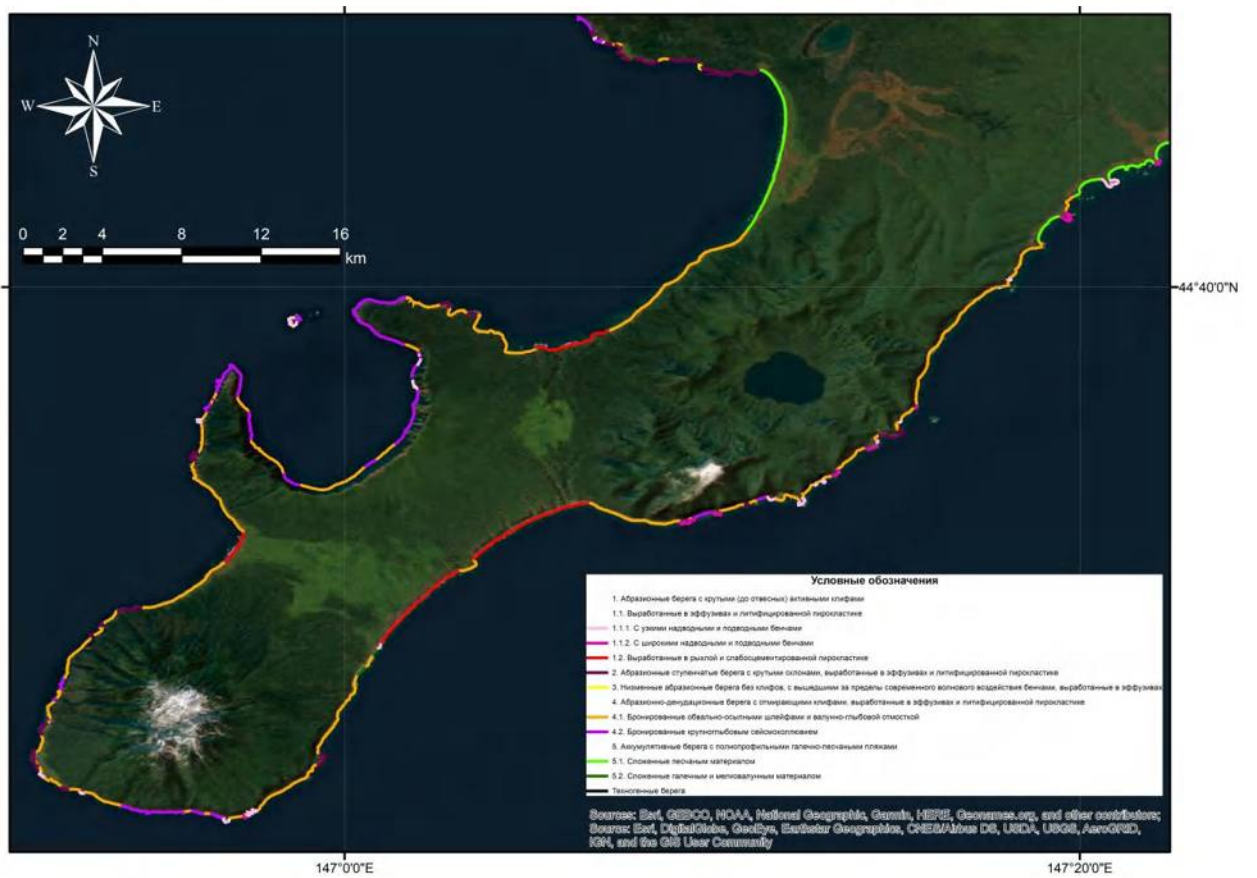
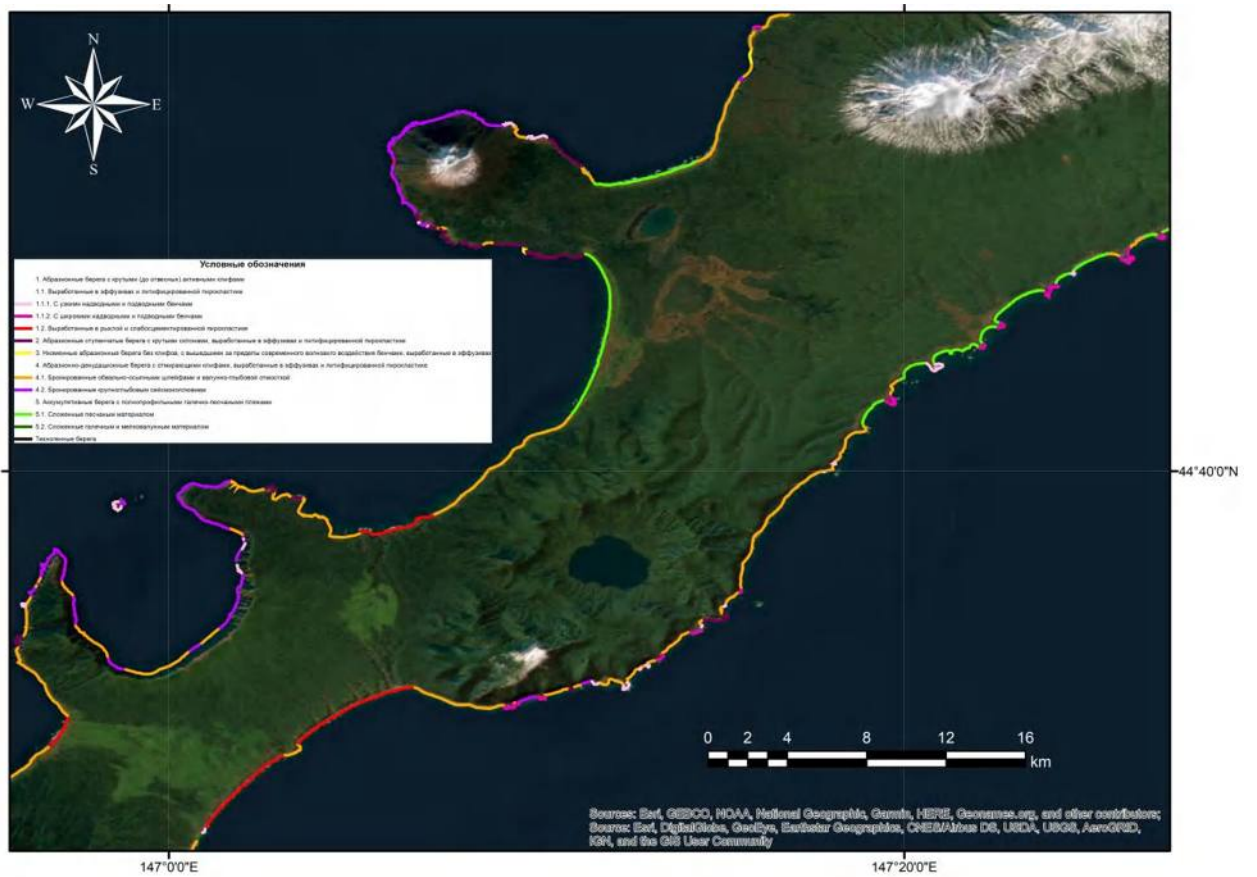


Итуруп

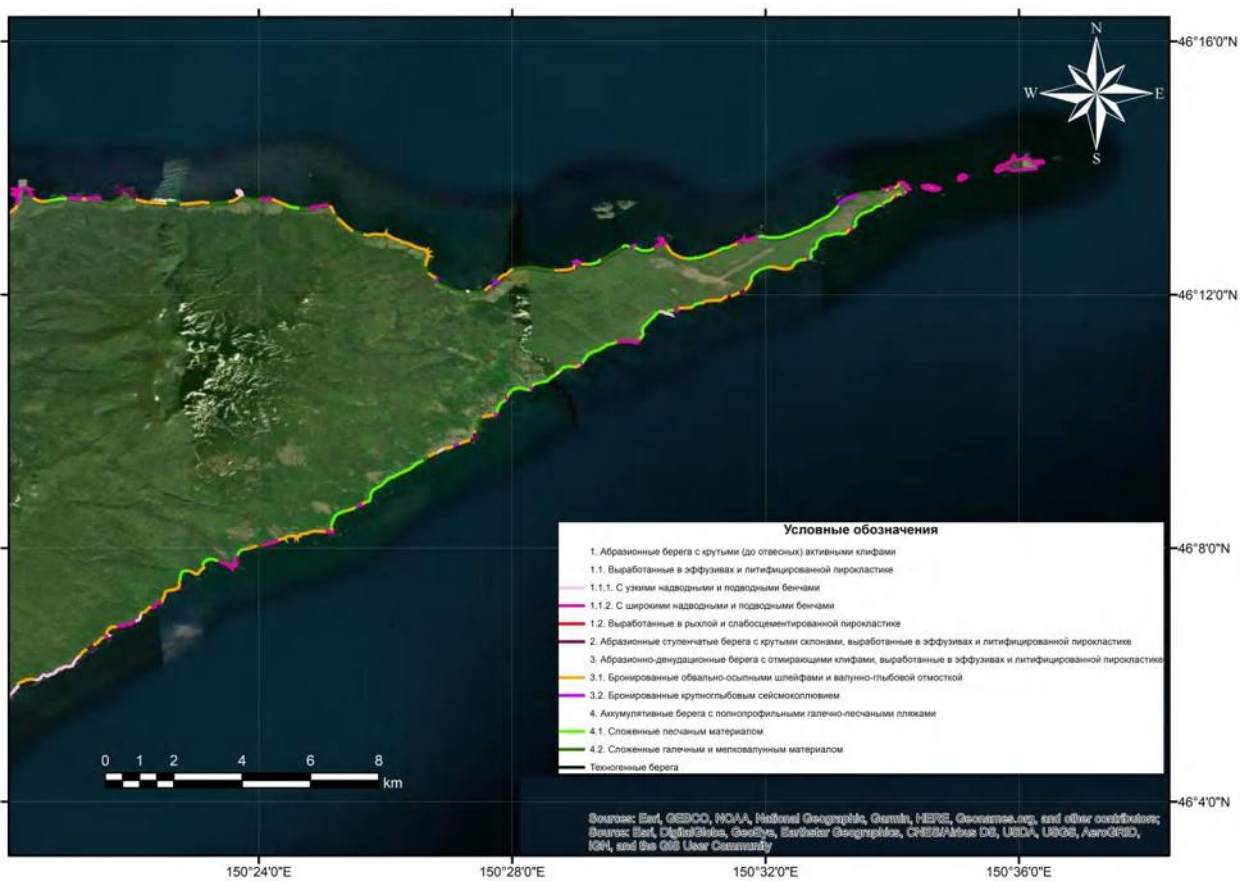
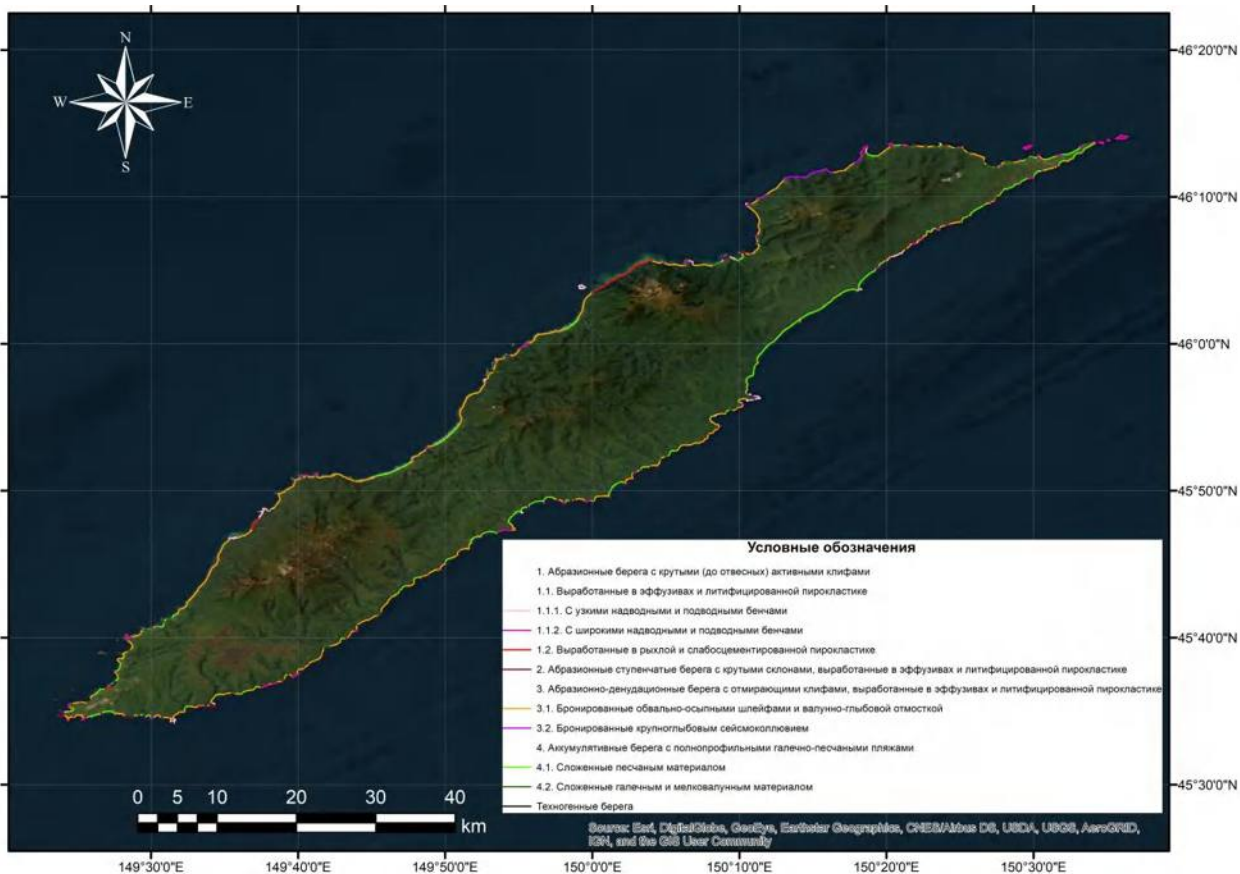


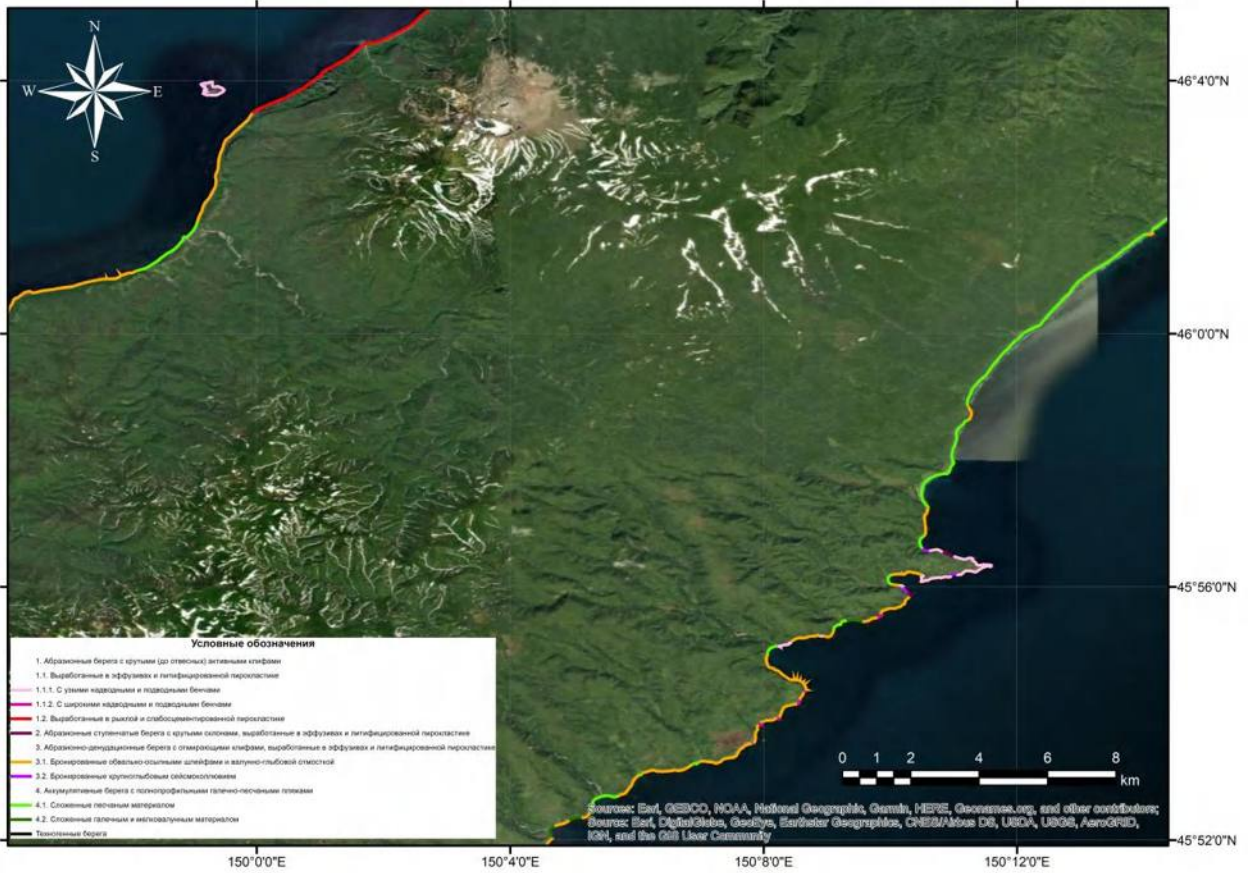
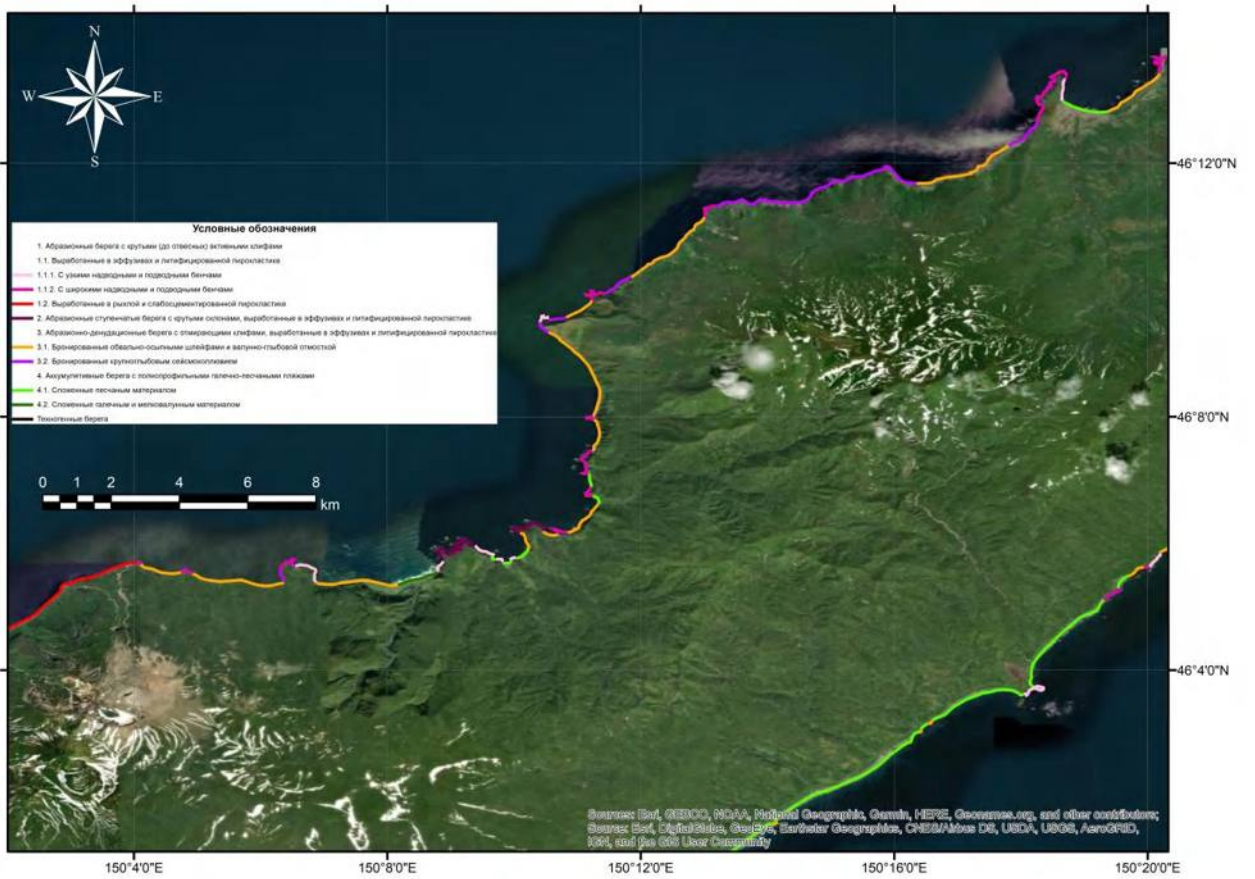


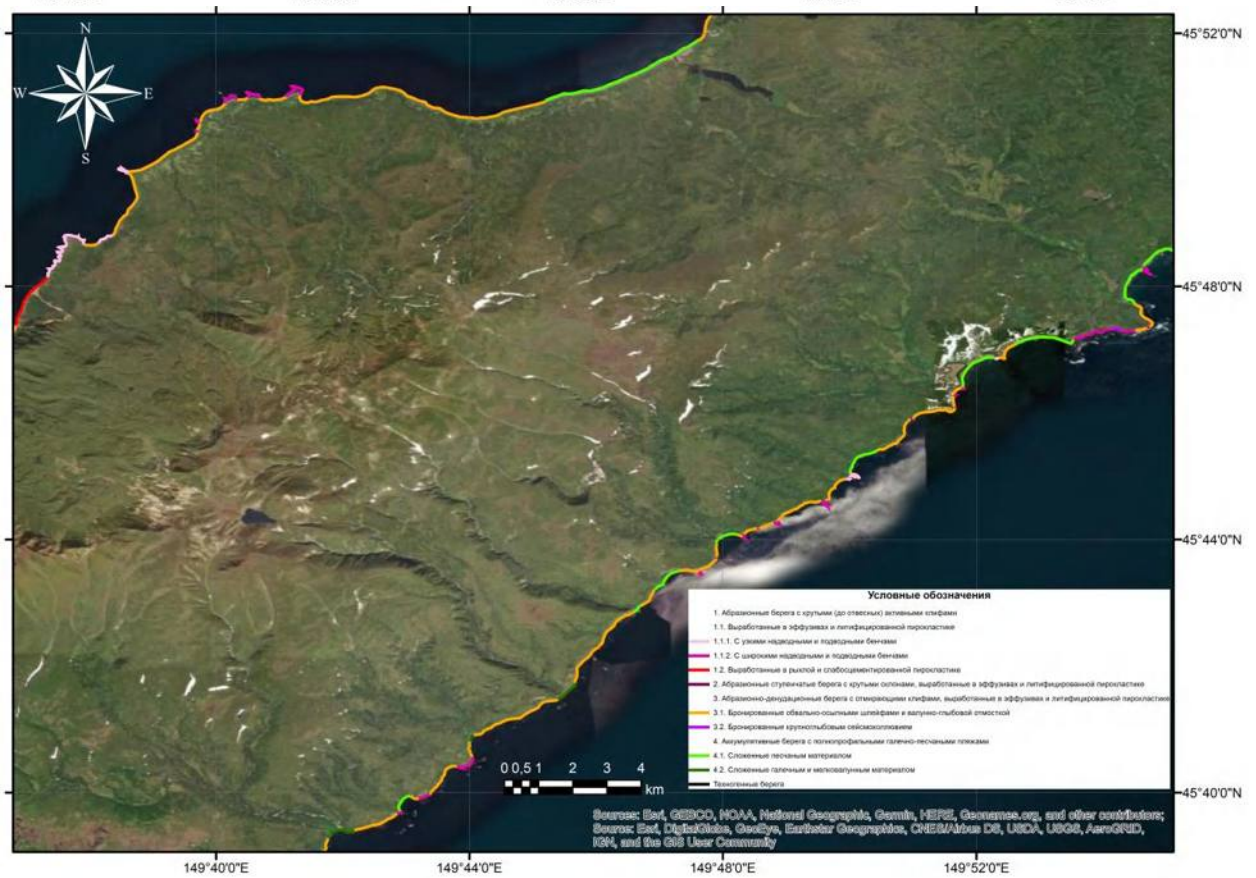
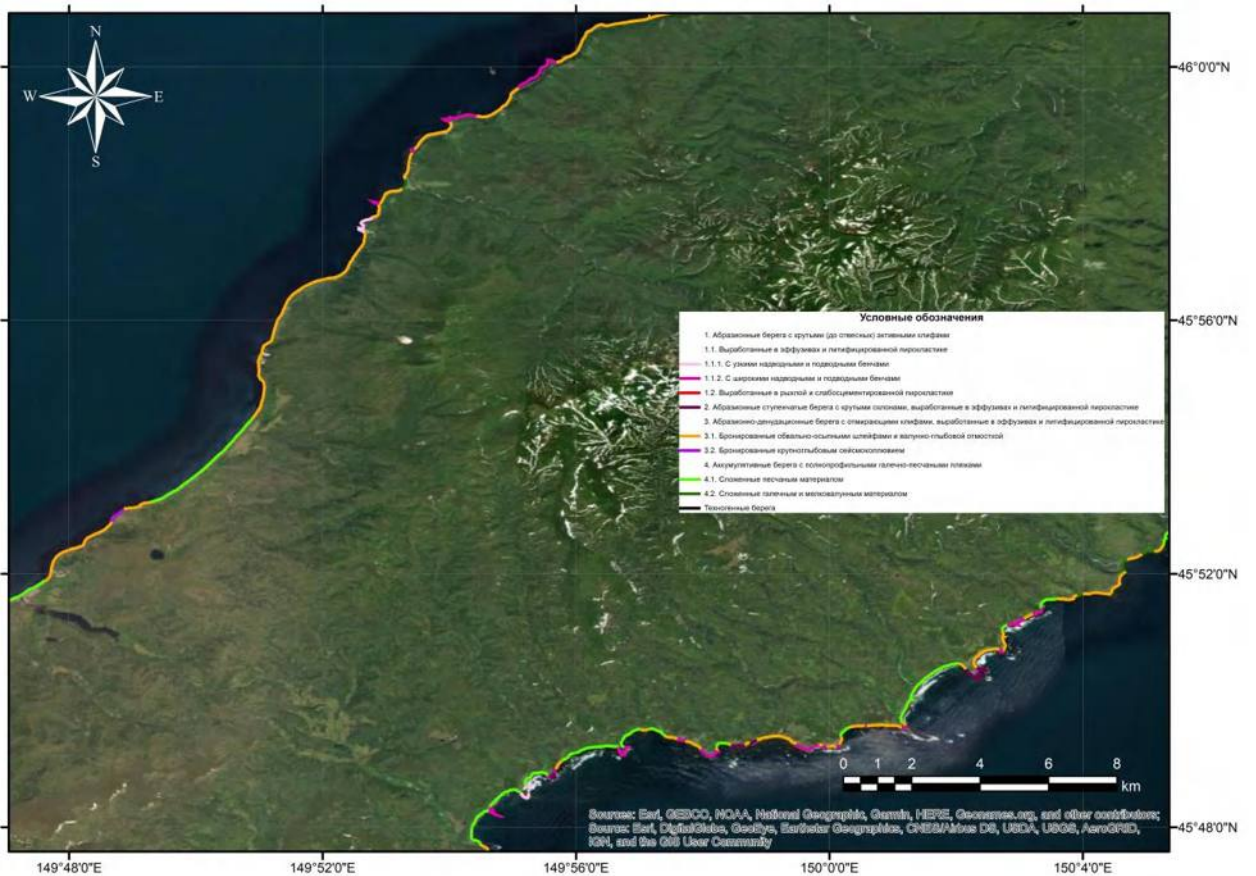


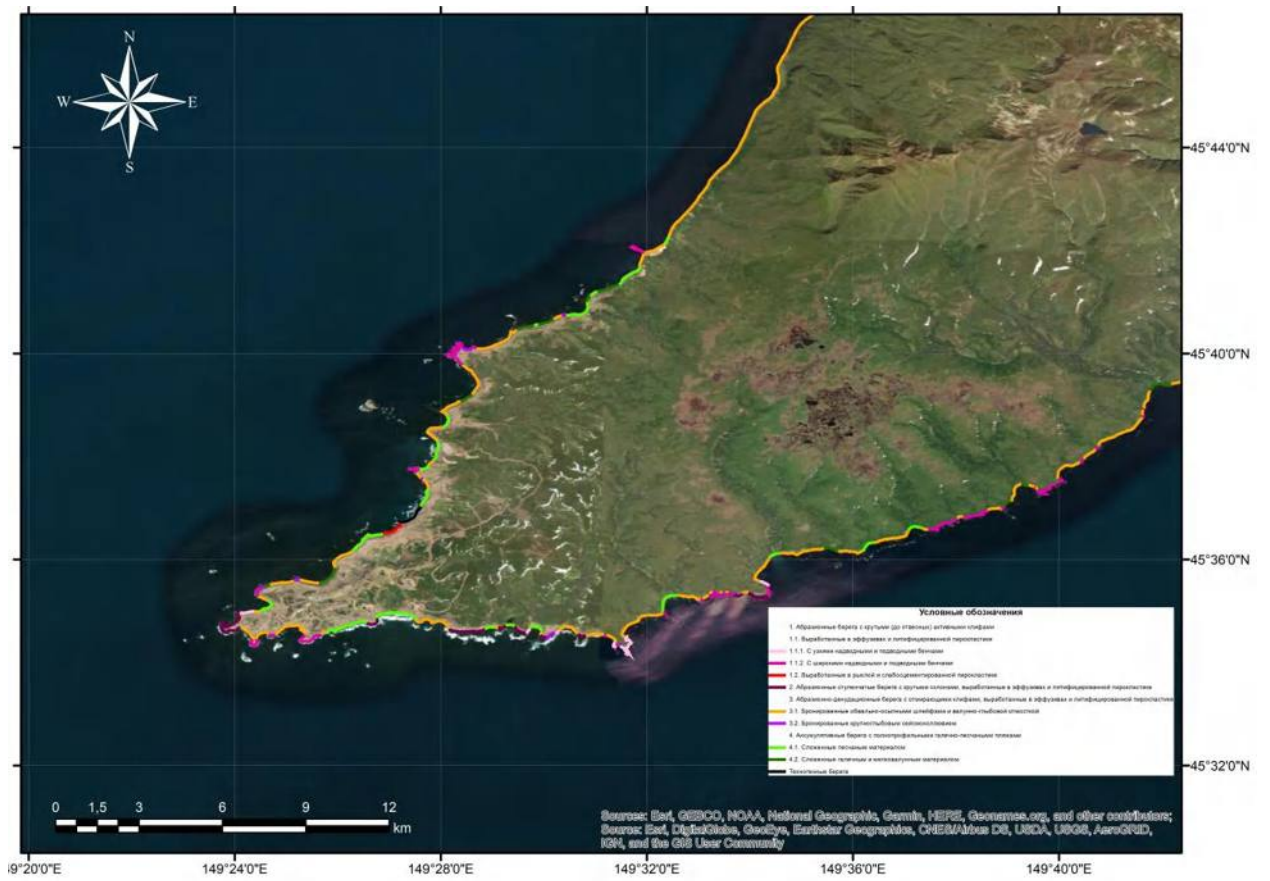


Уруп

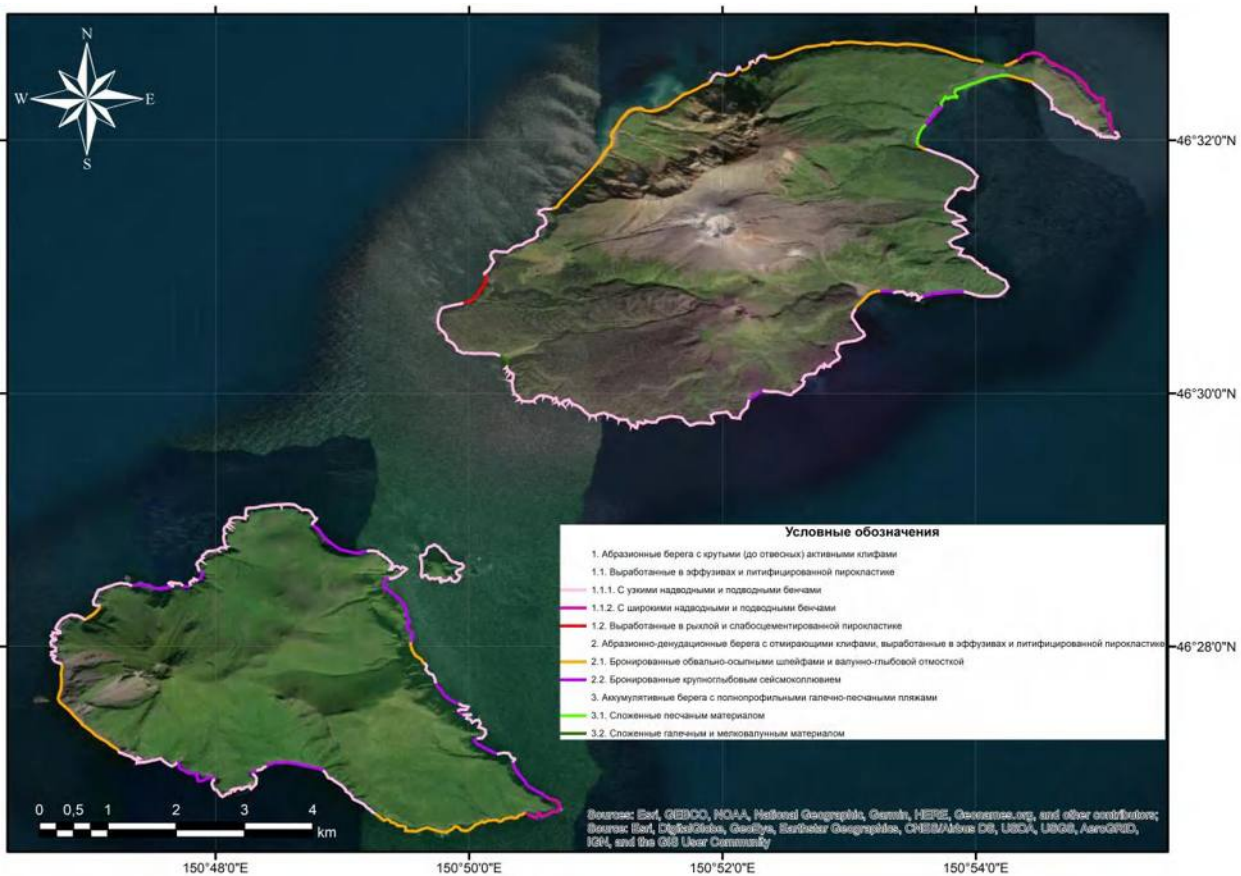




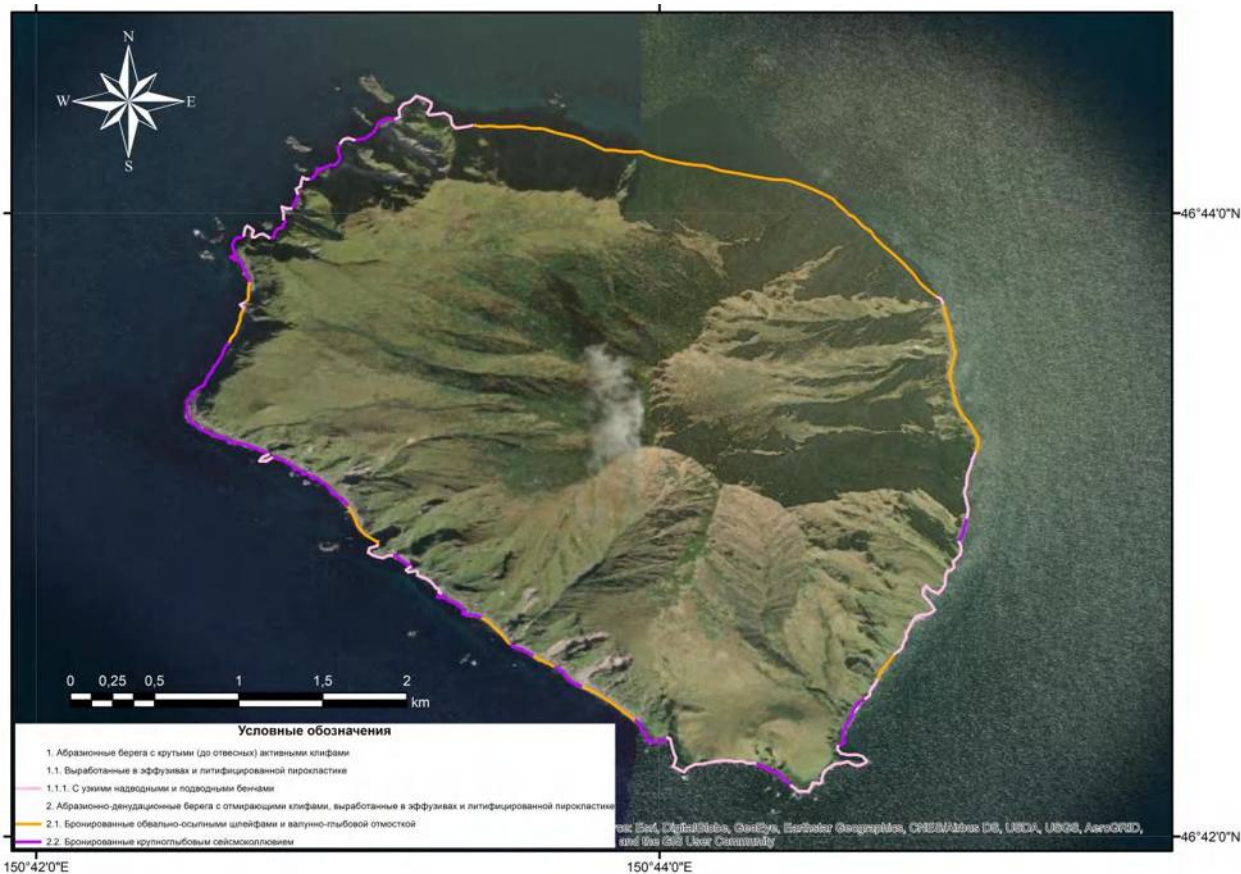




Чёрные Братья

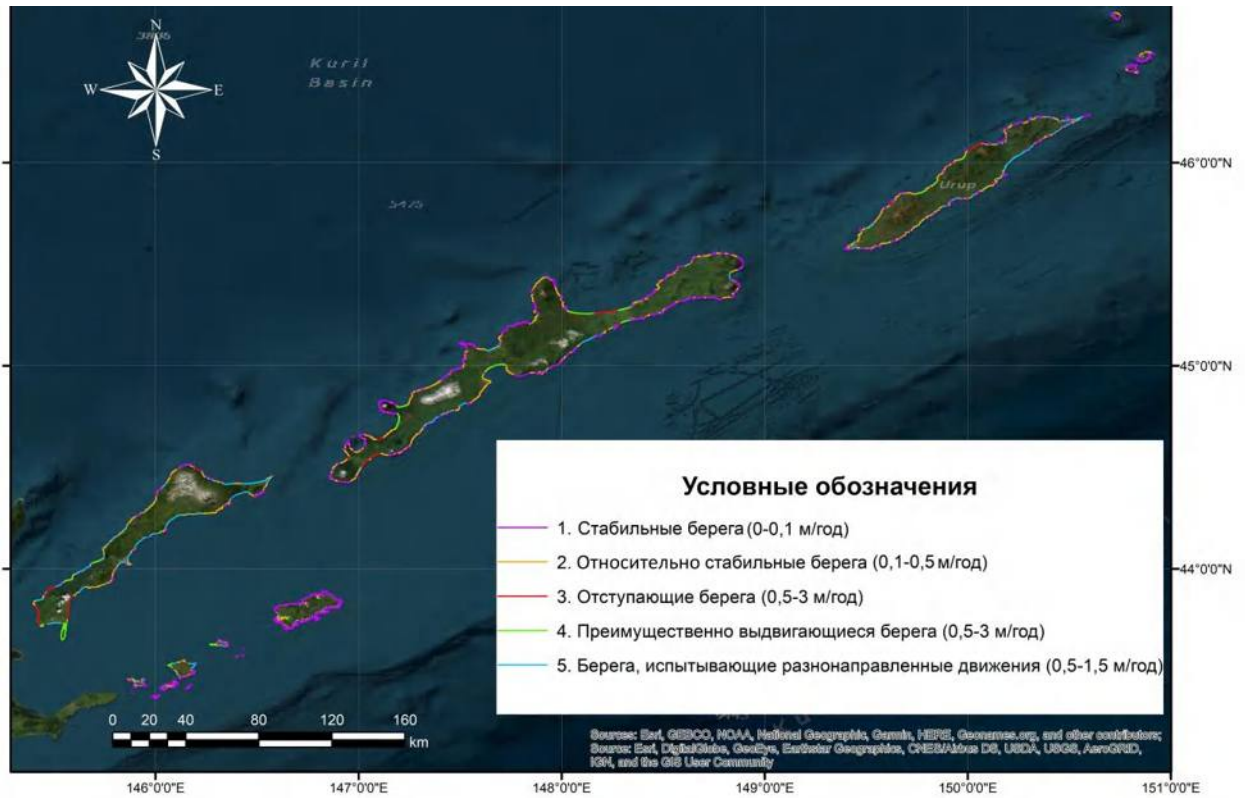


Остров Броутона

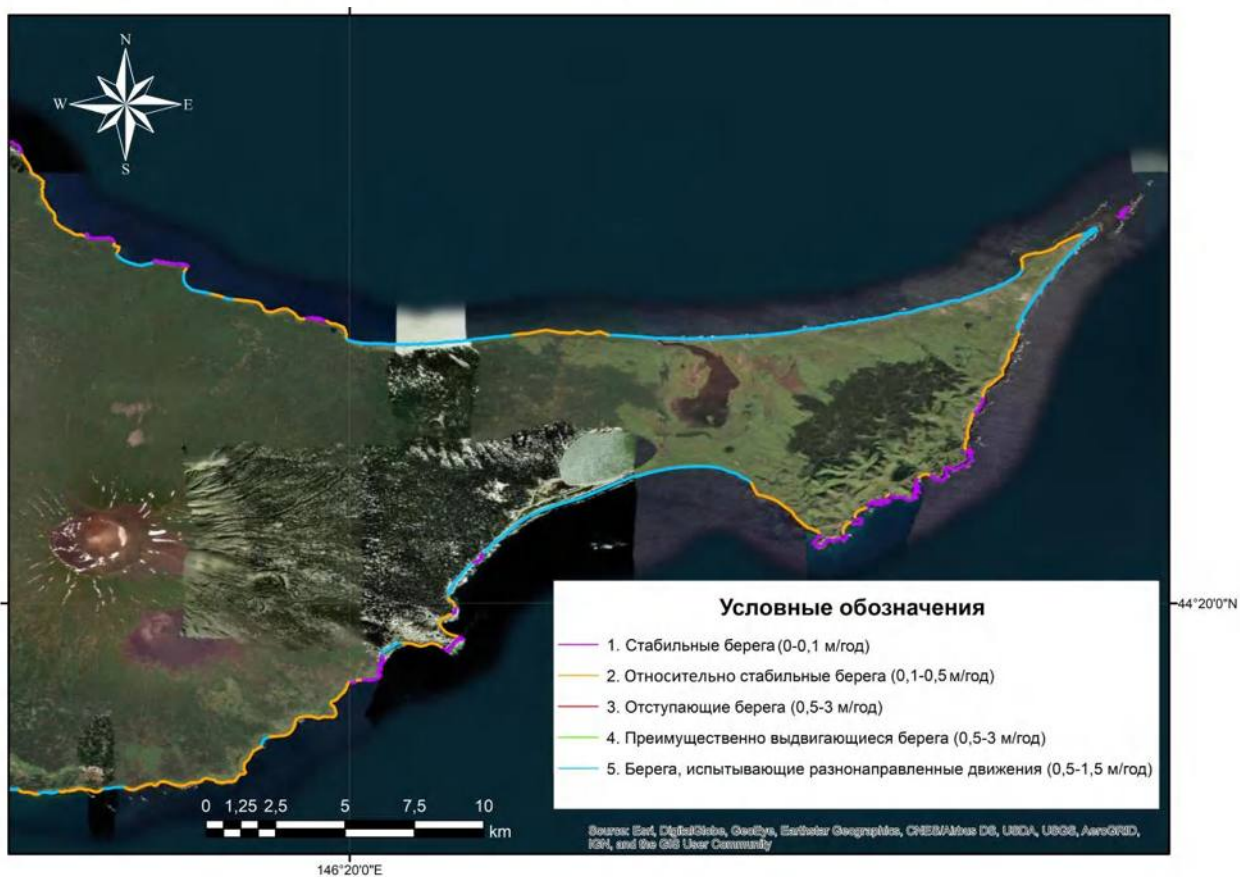


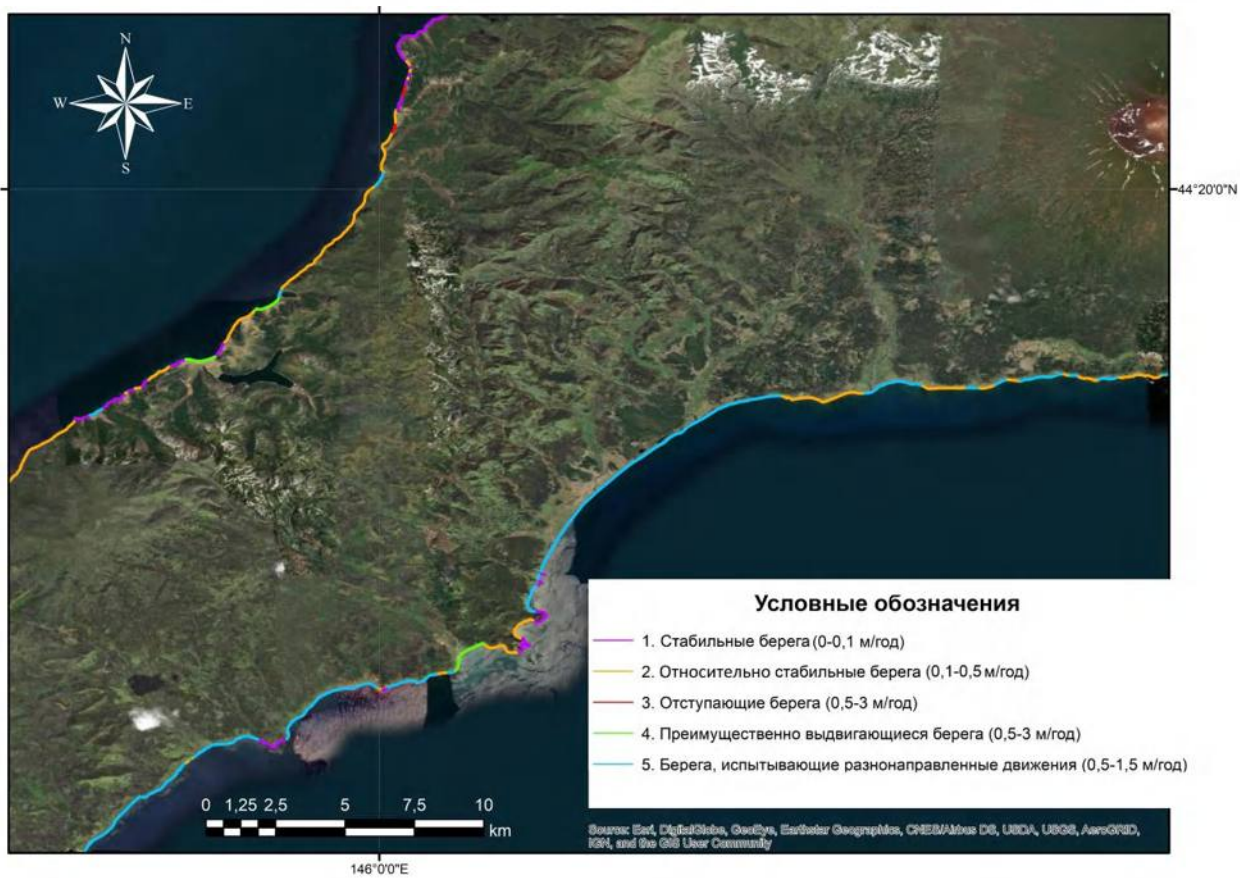
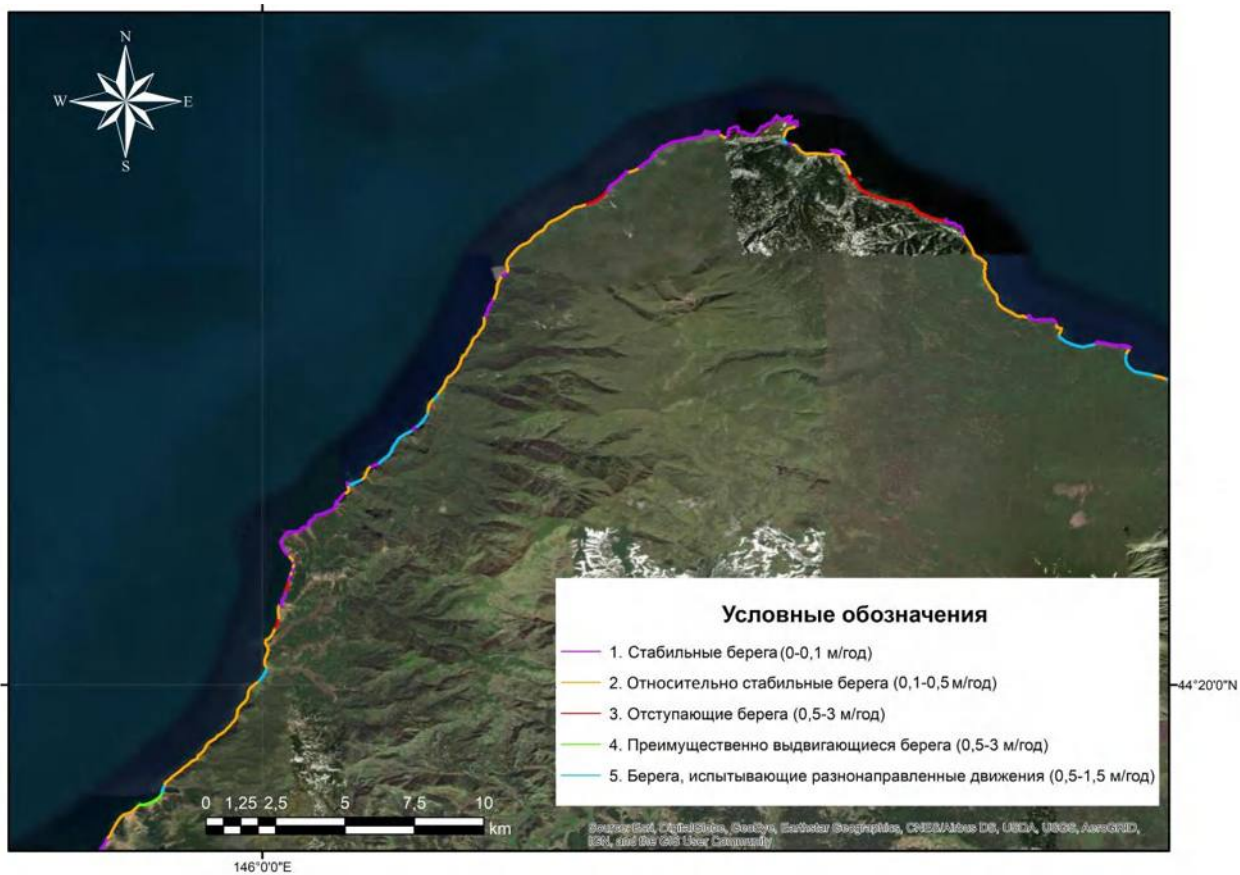
Приложение 5. Карта динамики берегов Южных Курильских островов

с 1980 по 2023 гг.

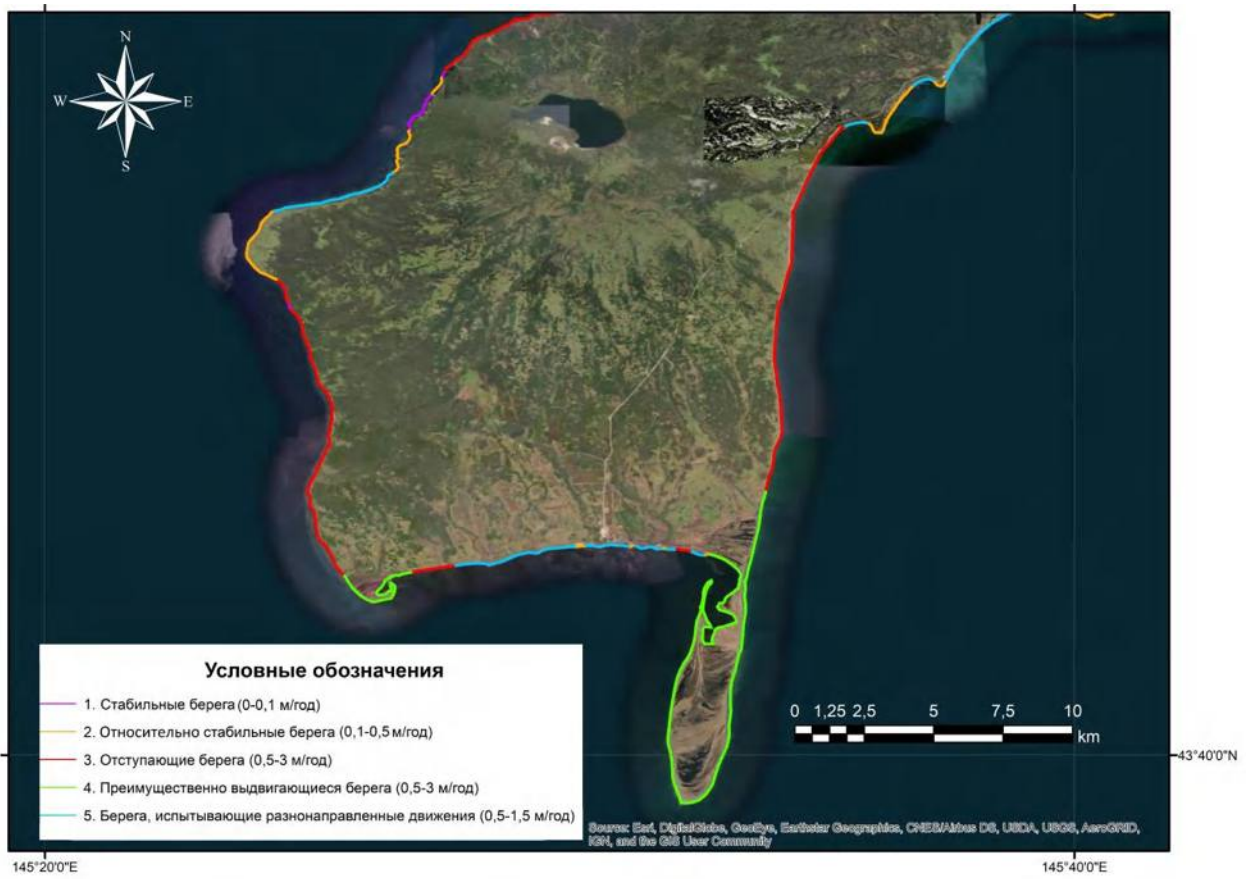


Кунашир

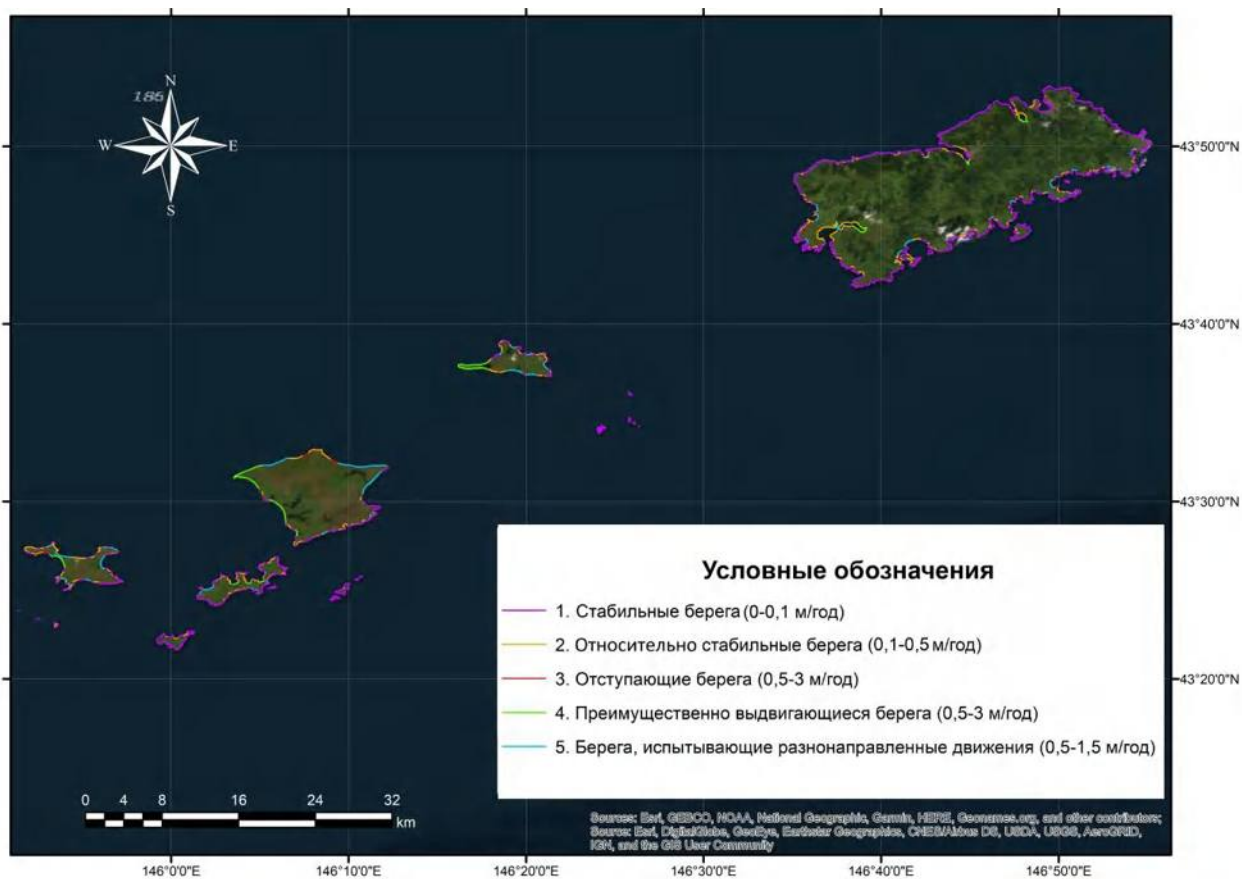




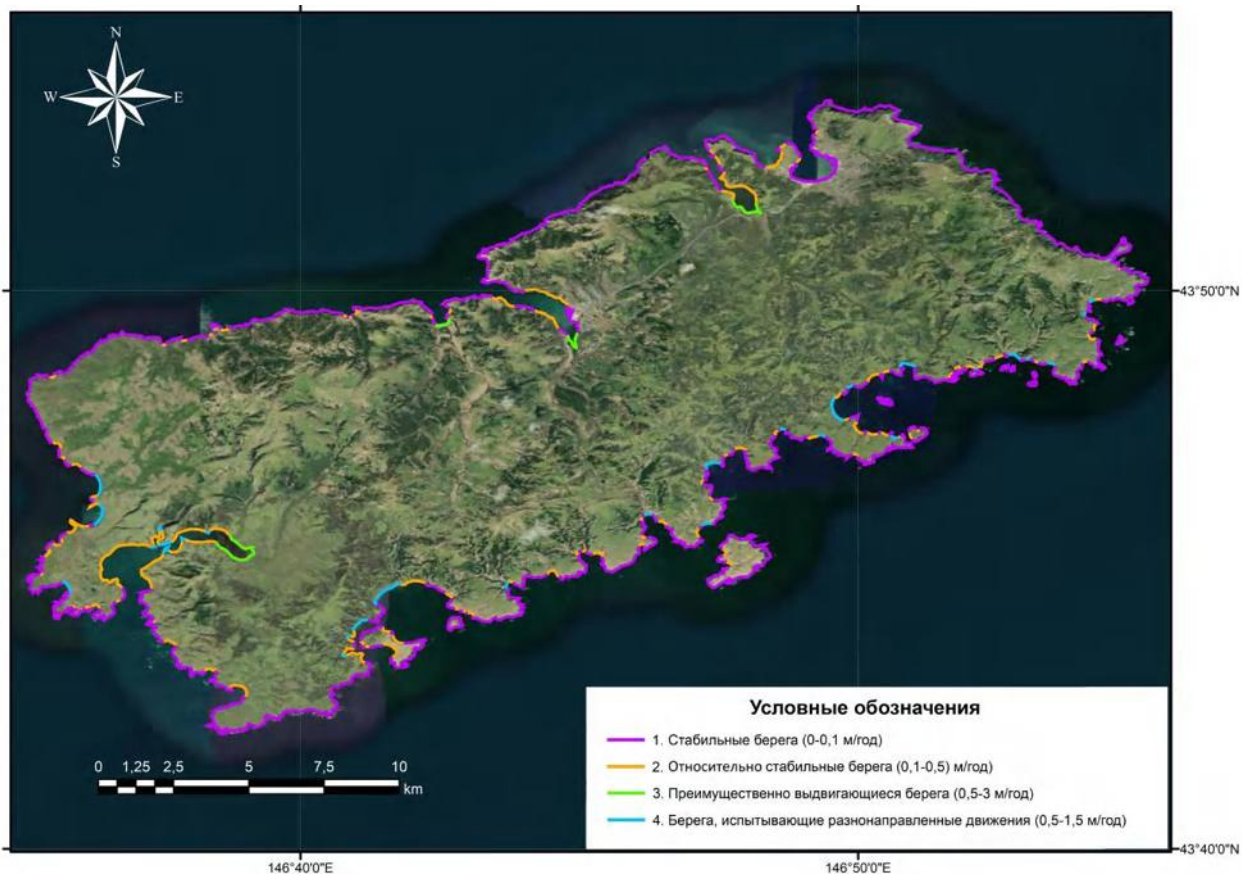




Малые Курильские острова



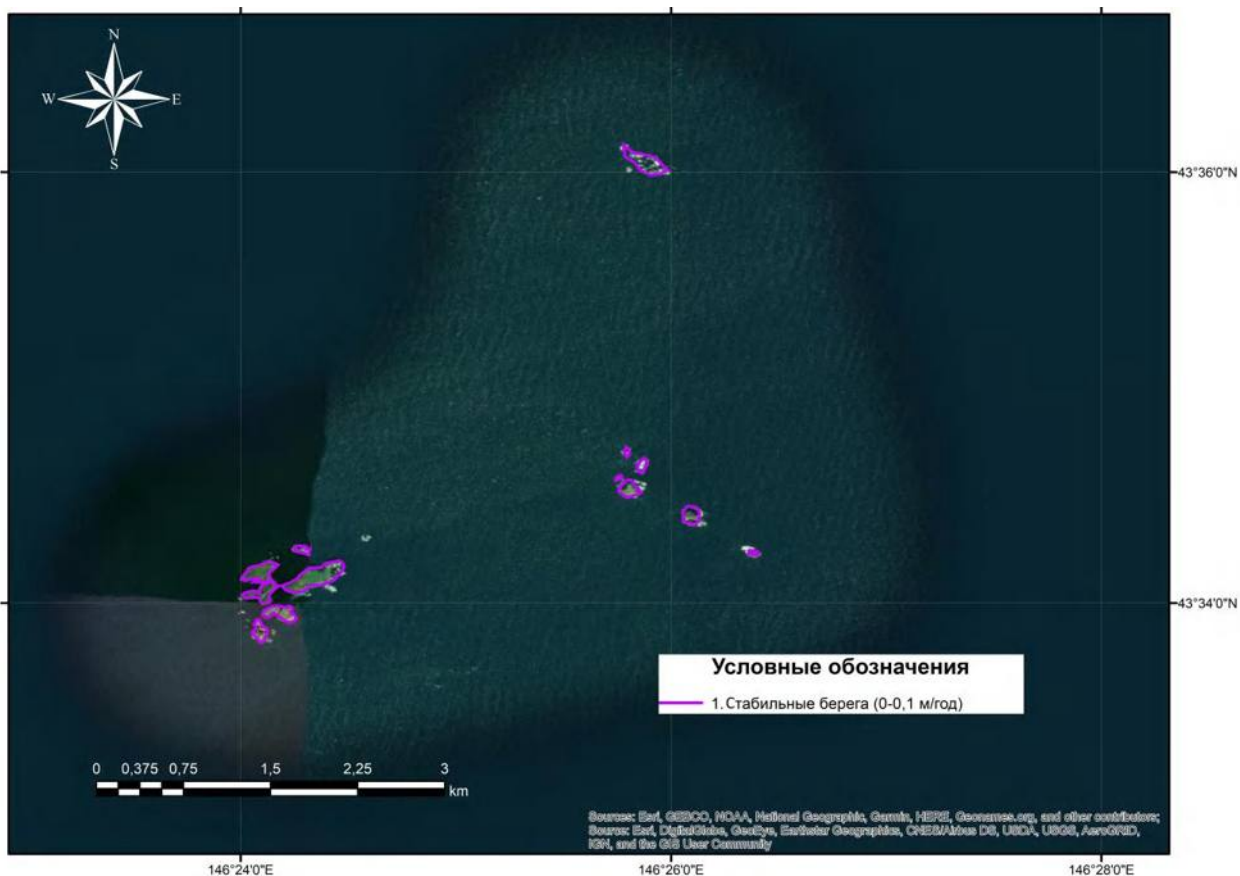
Шикотан



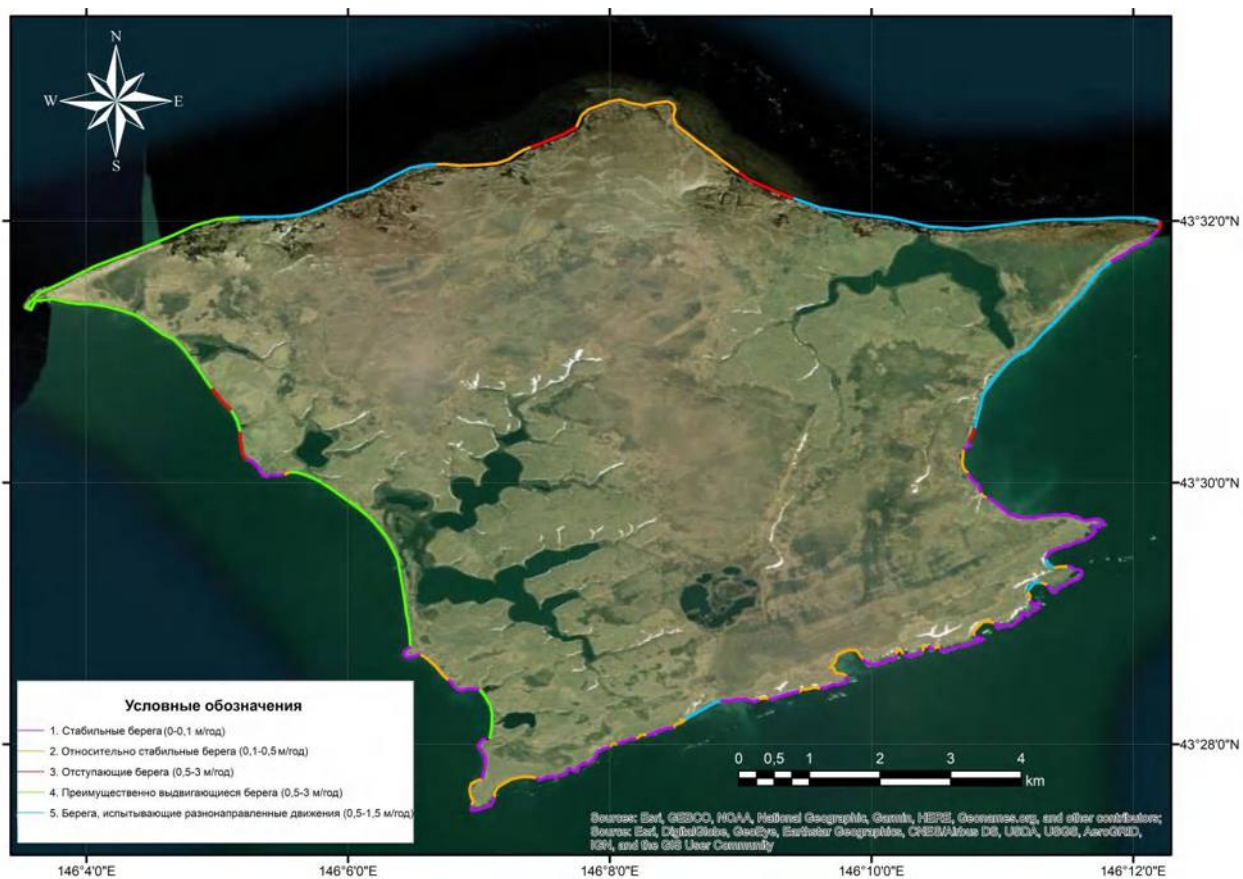
Остров Полонского



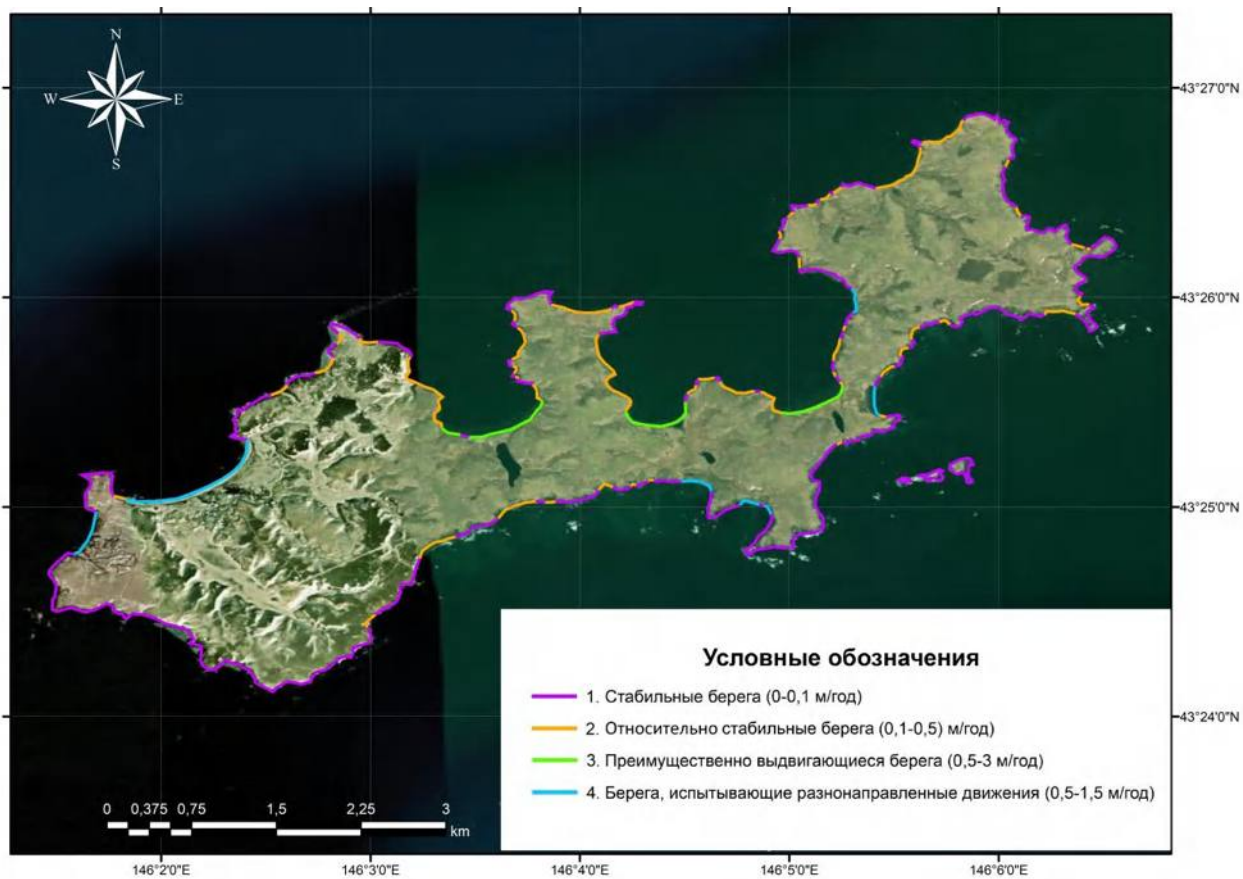
Острова Осколки



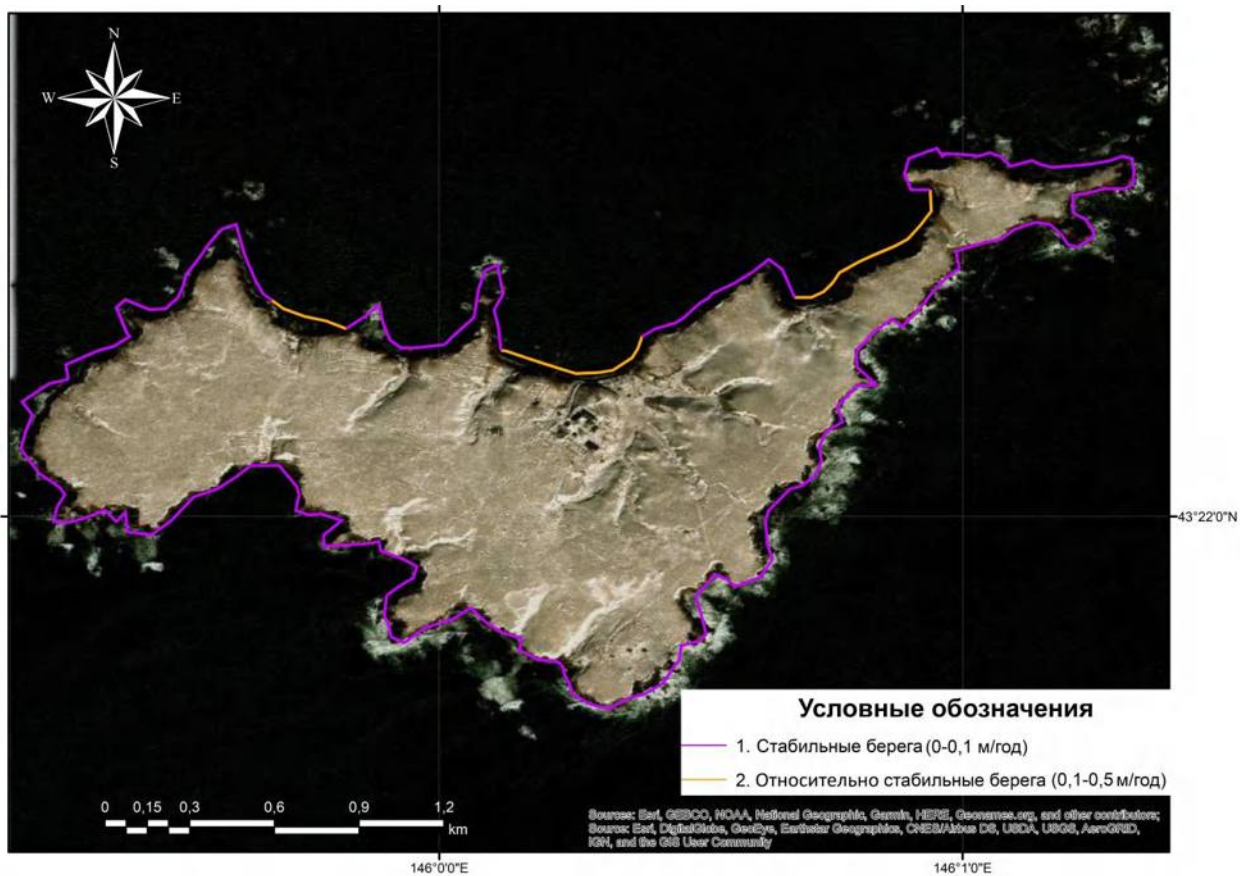
Остров Зелёный



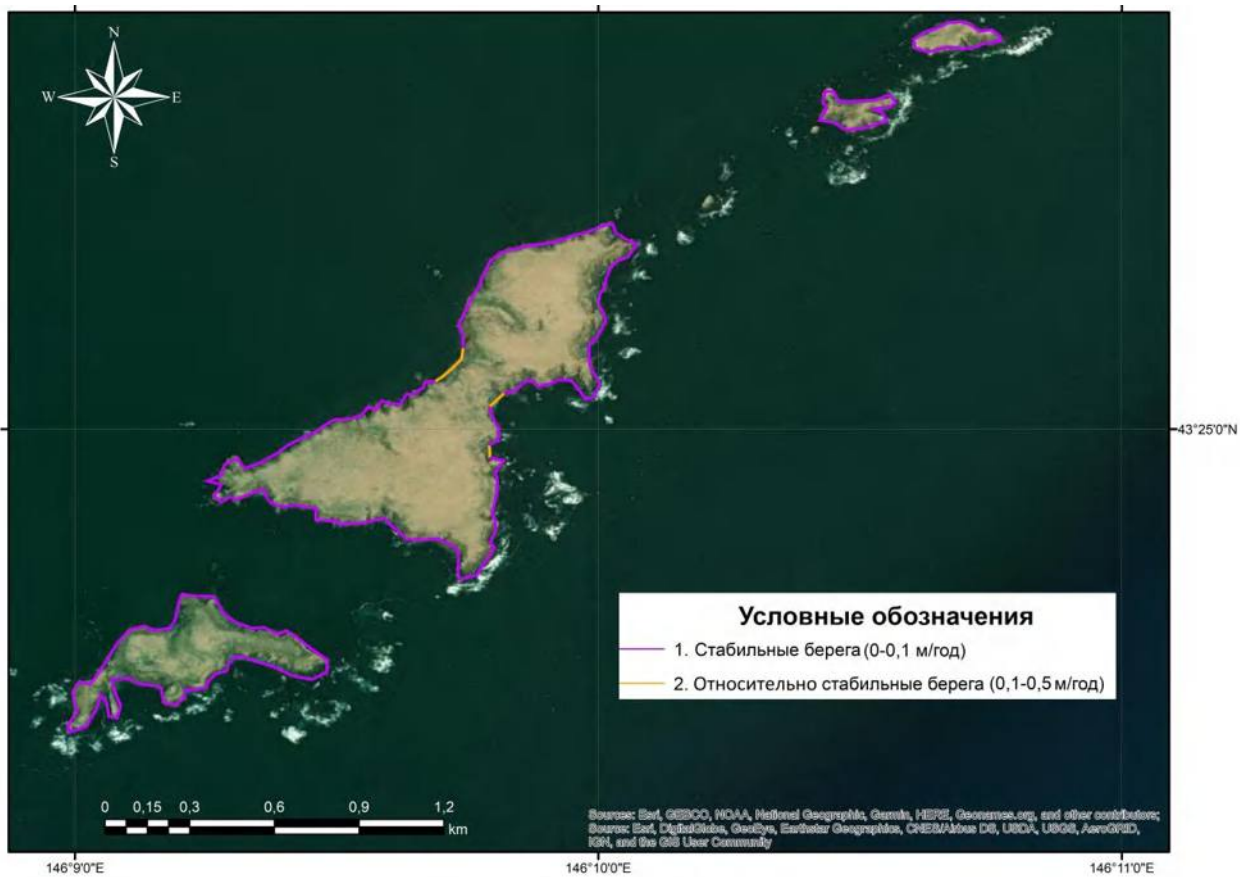
Остров Юрий



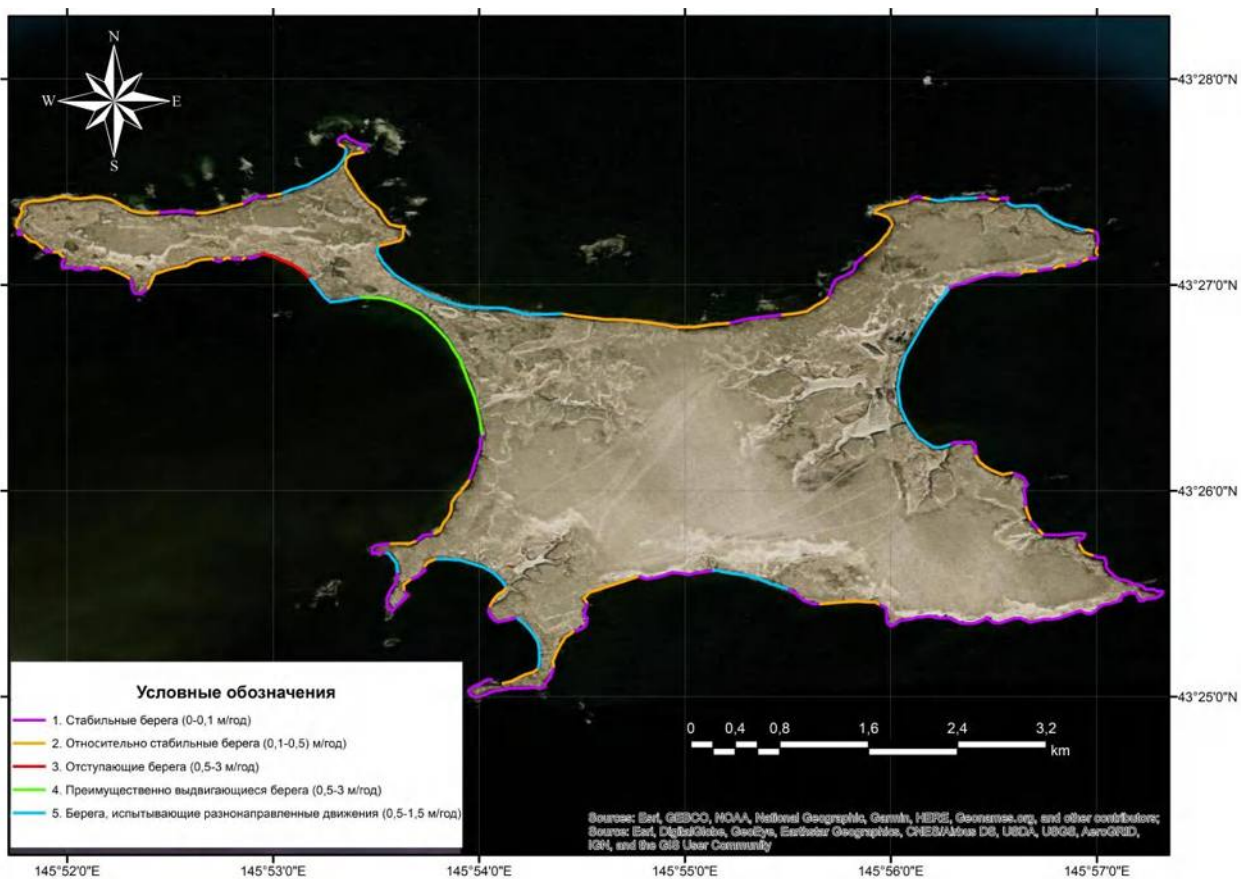
Остров Анучина



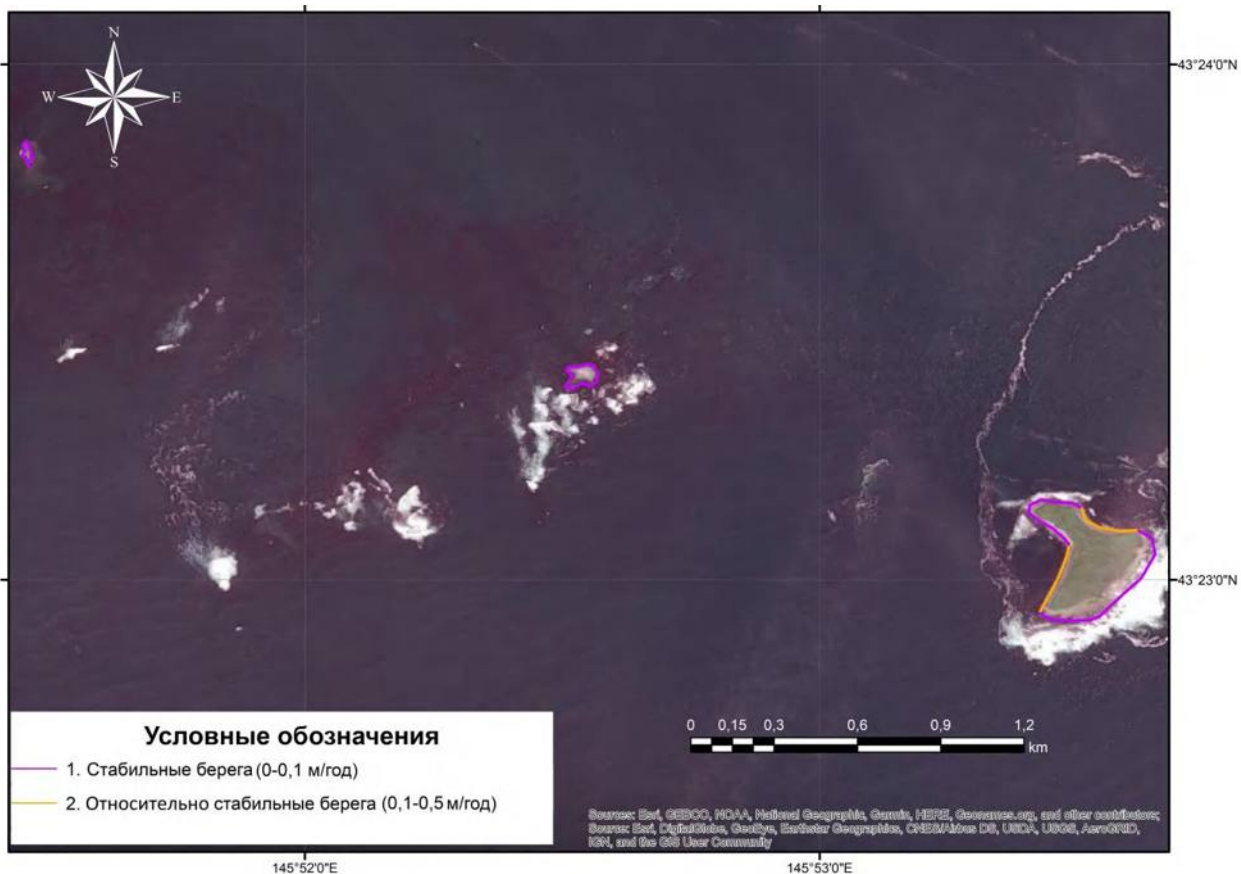
Острова Дёмина



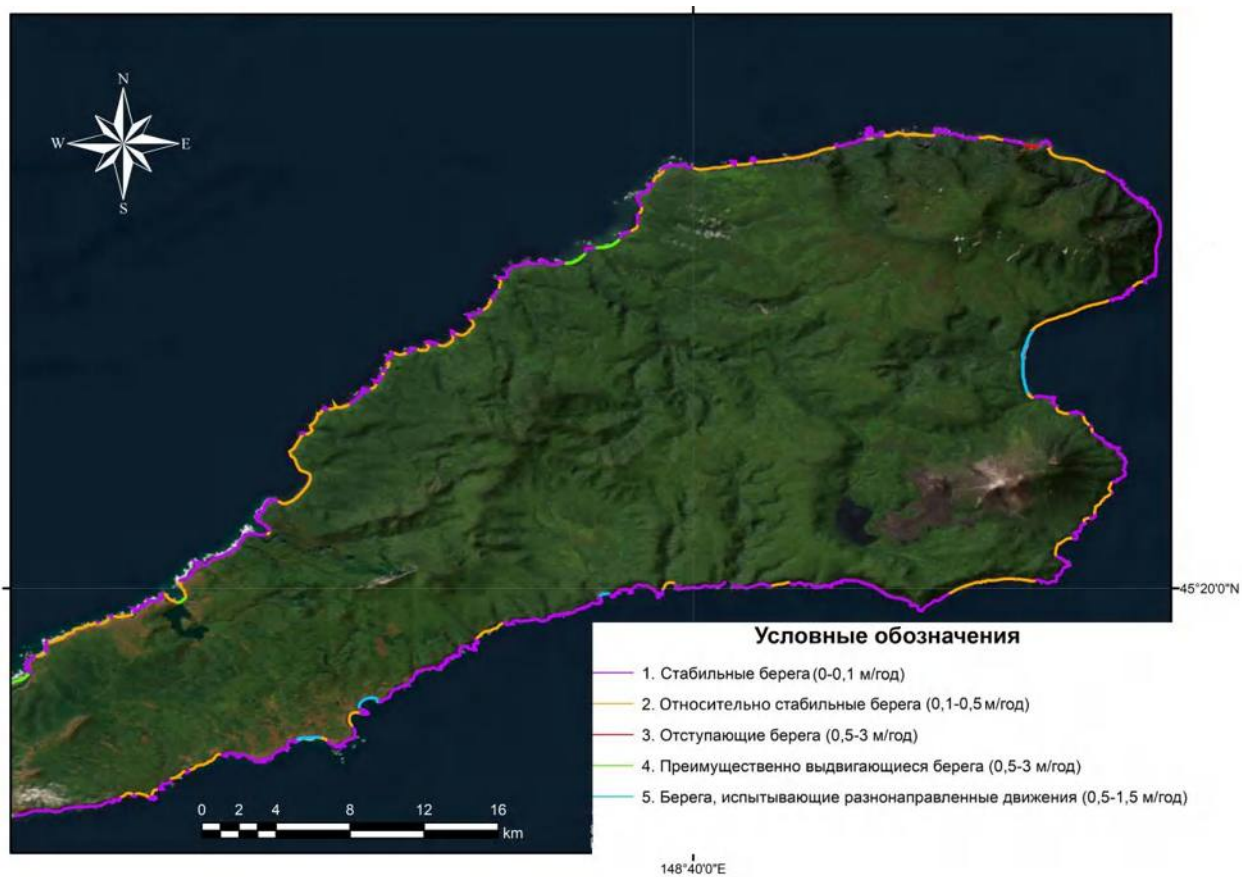
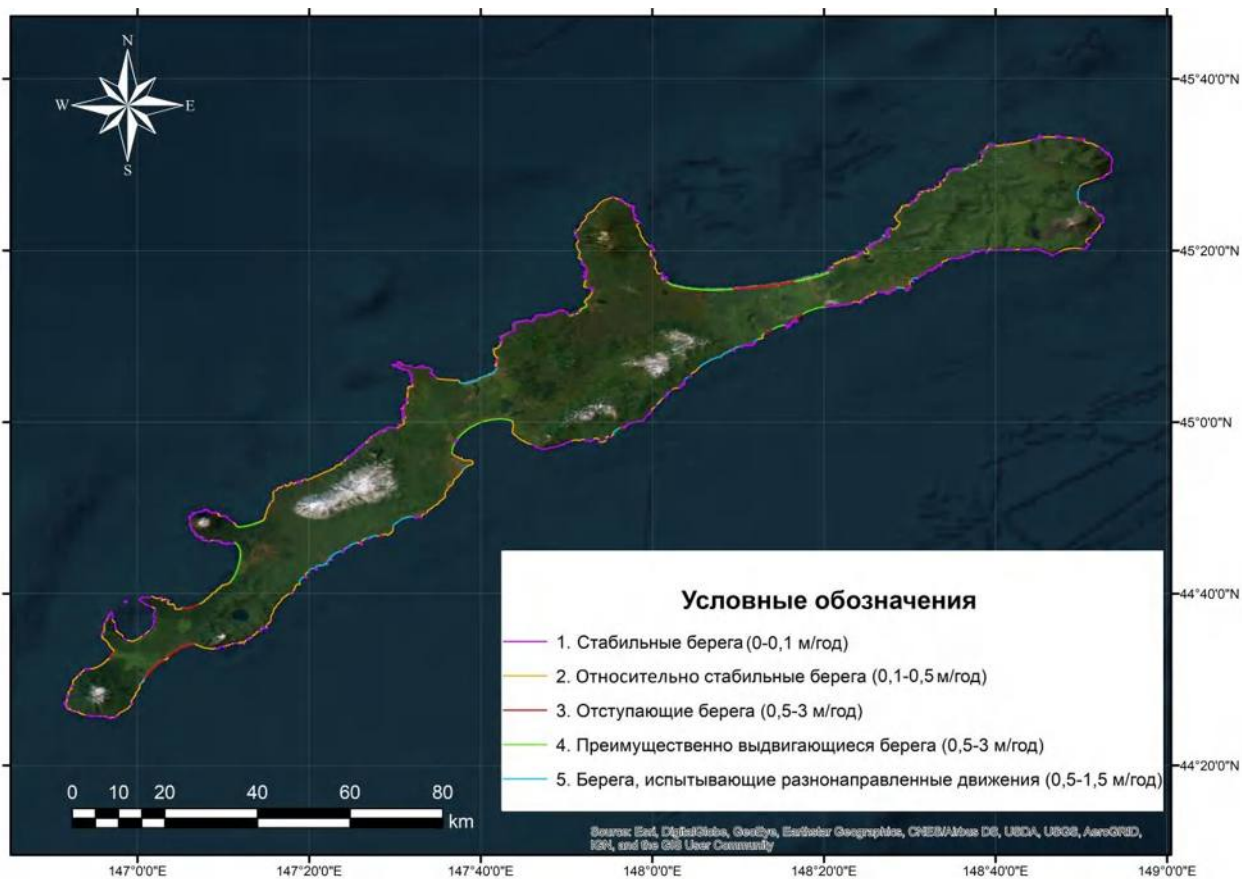
Остров Танфильева

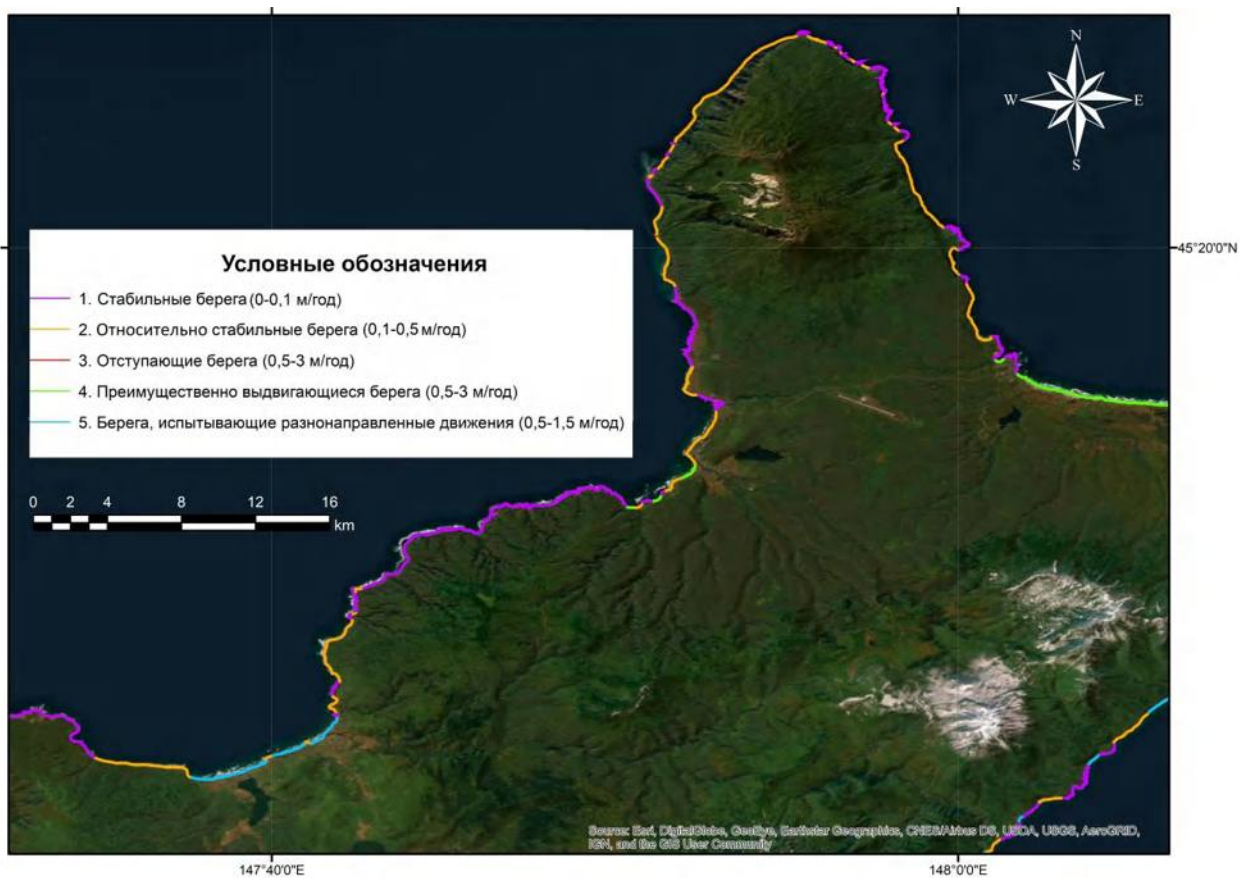
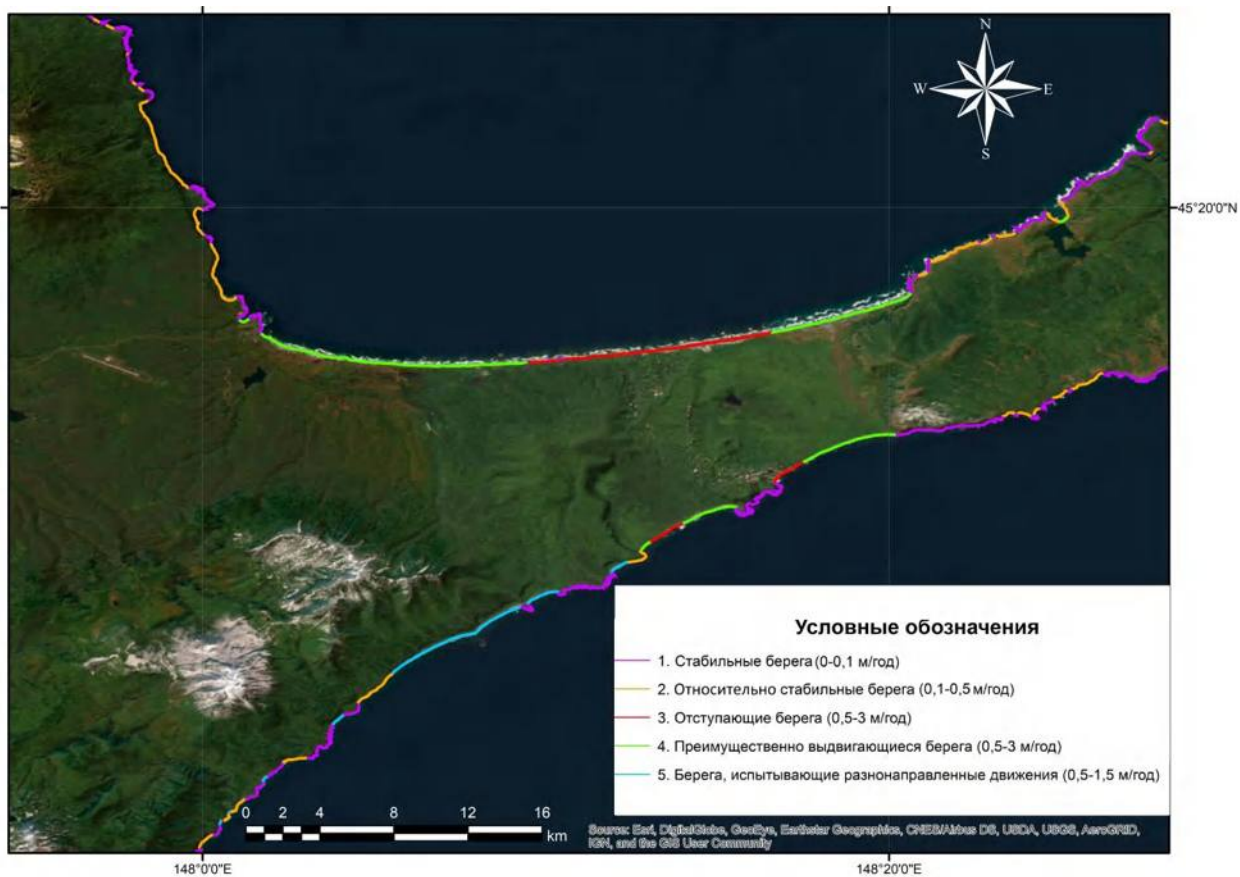


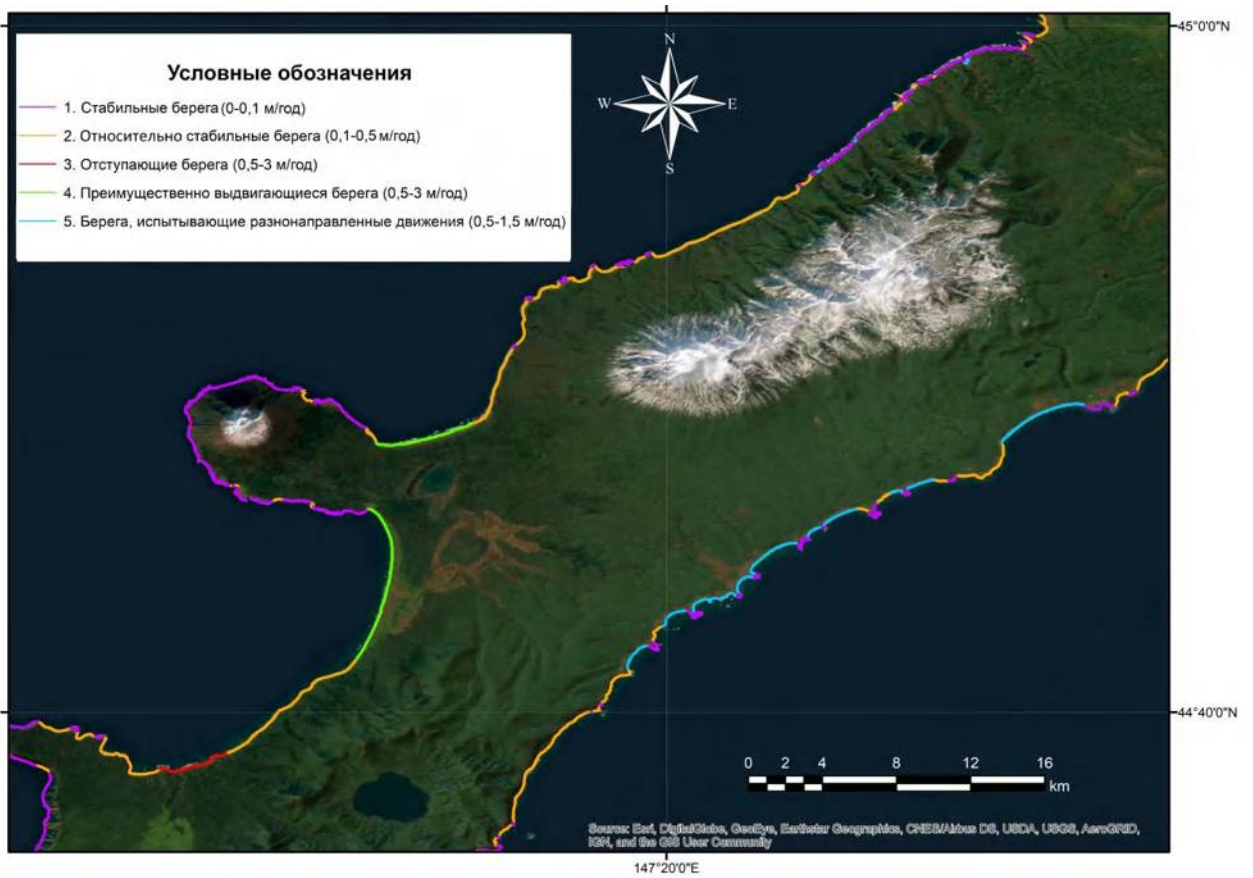
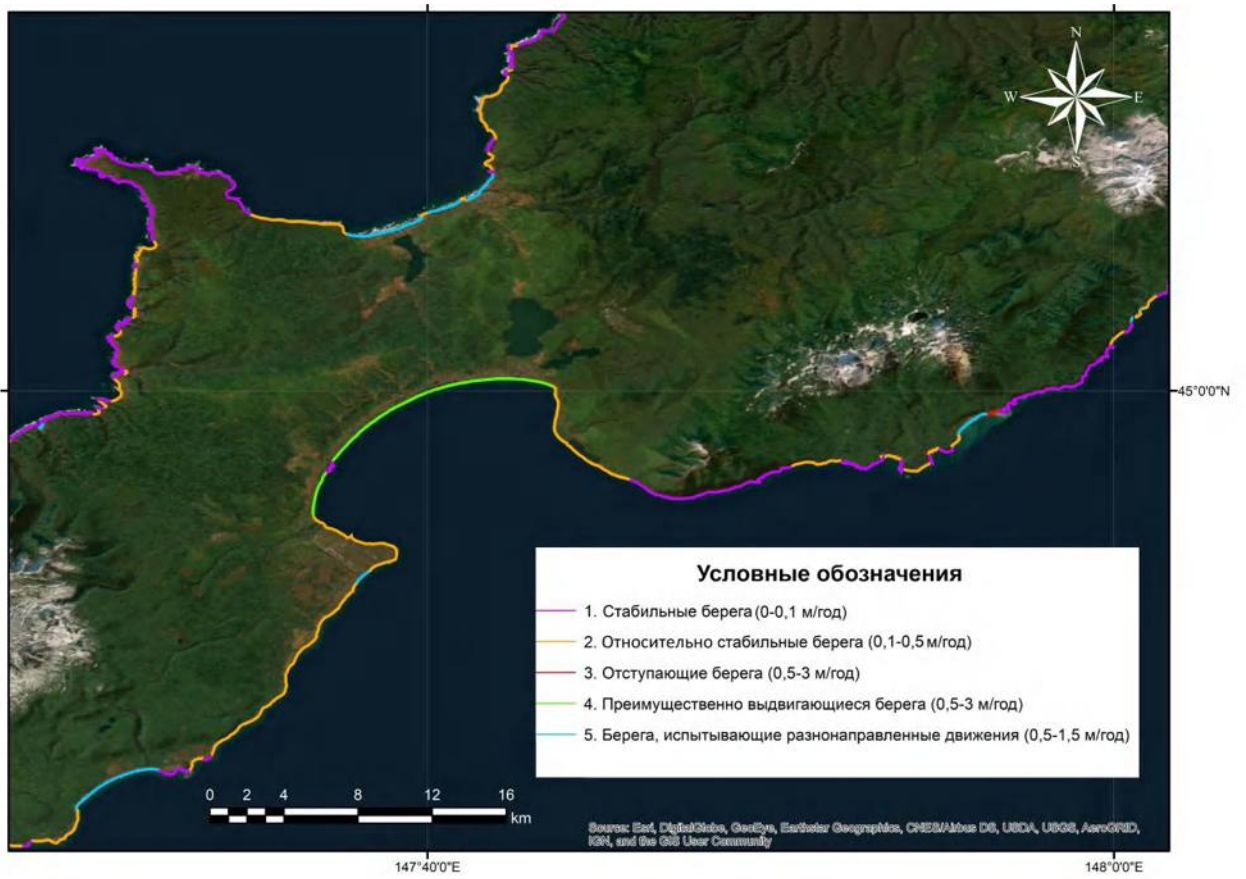
Острова банки Опасной

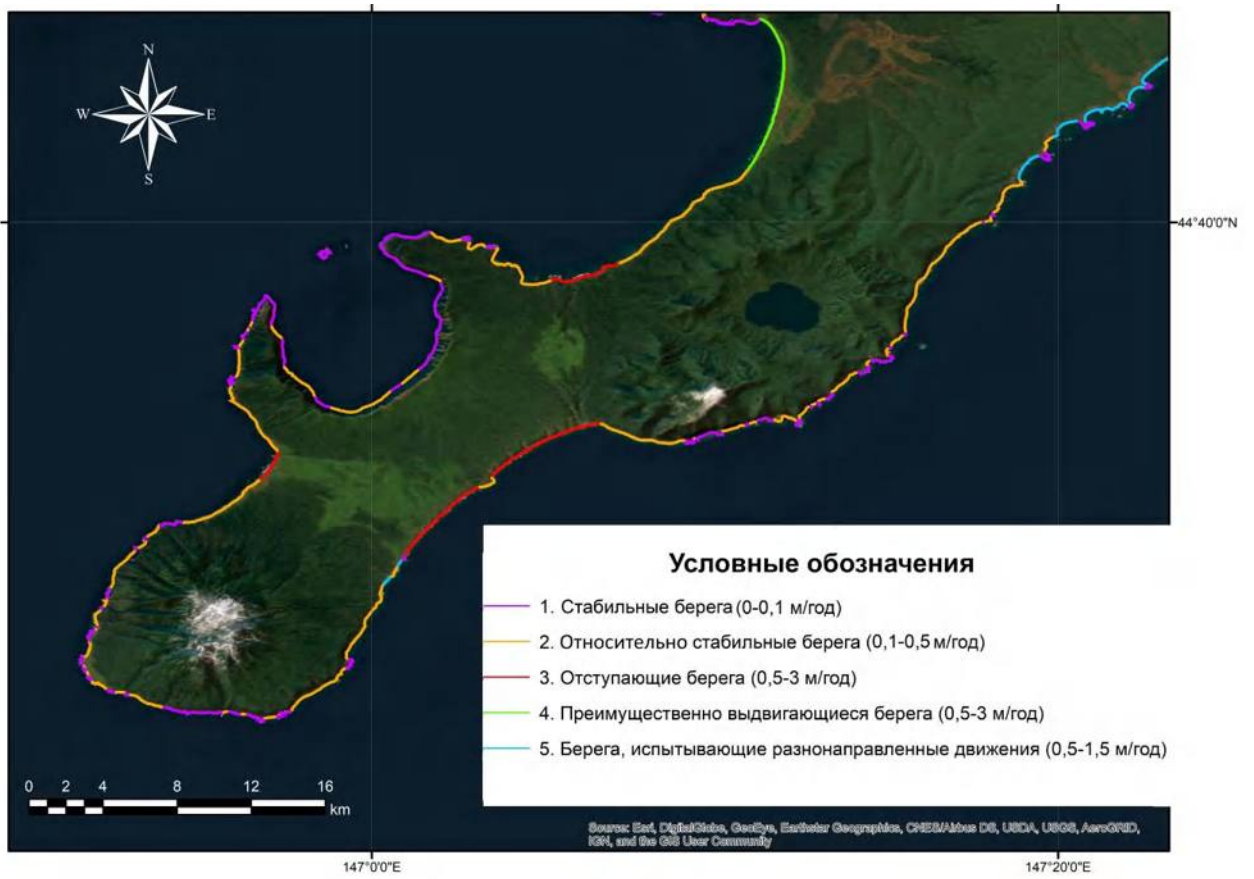


Итуруп

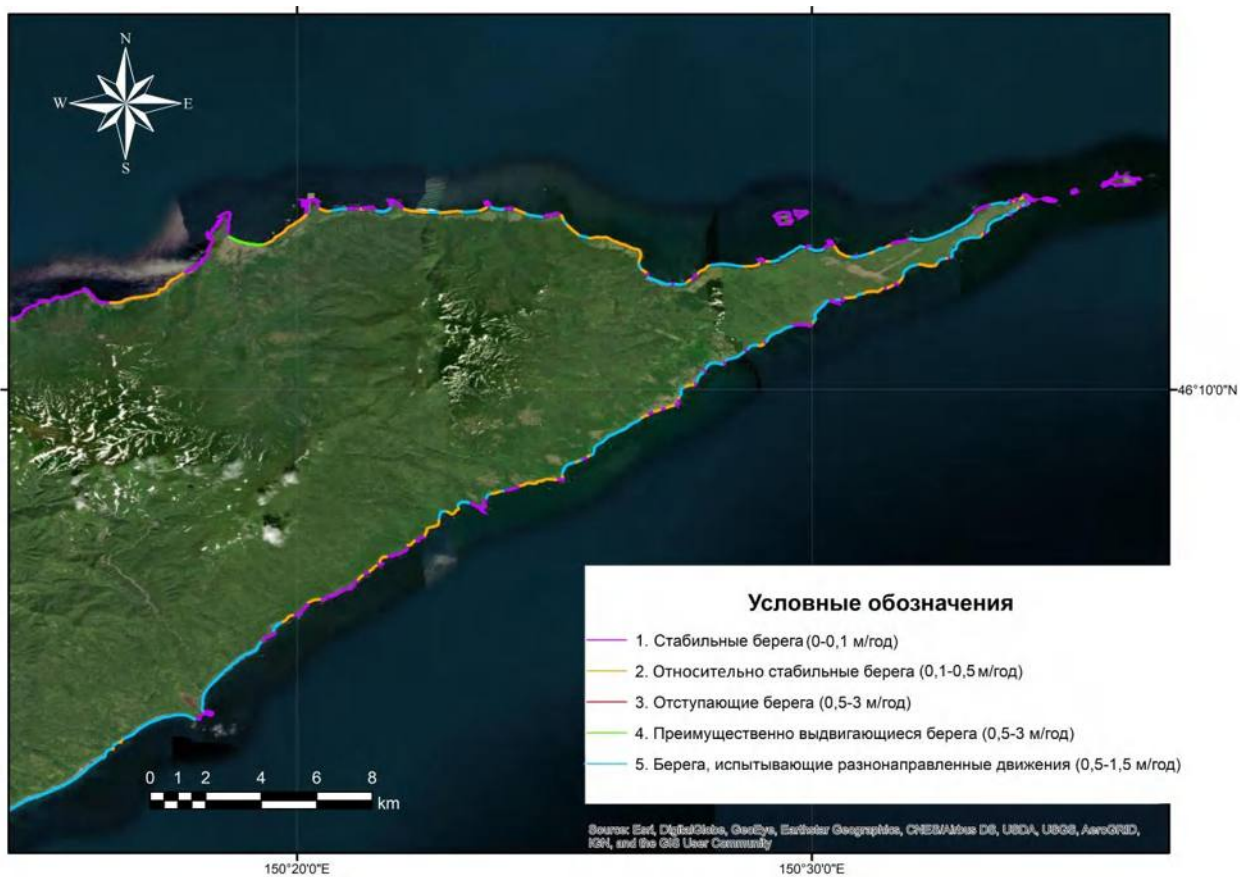
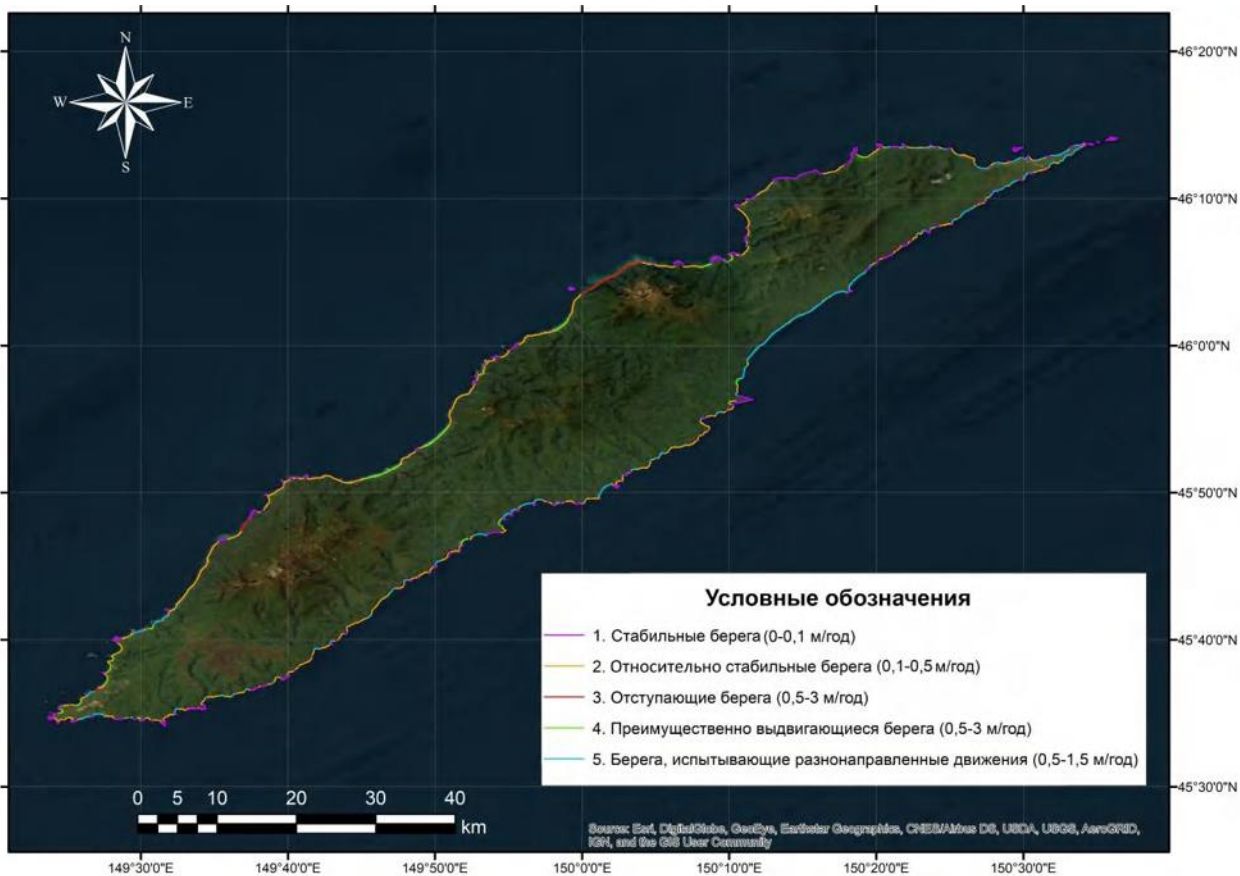


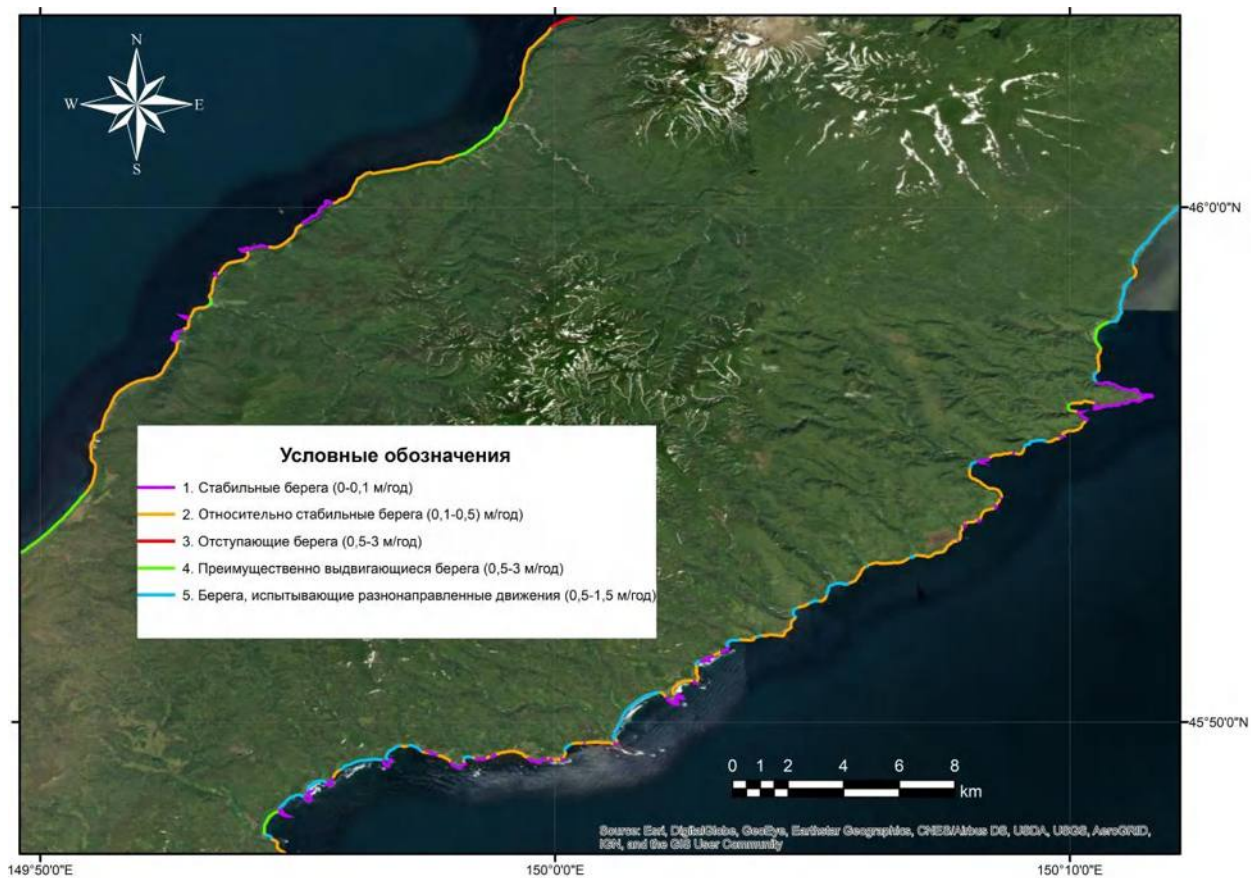
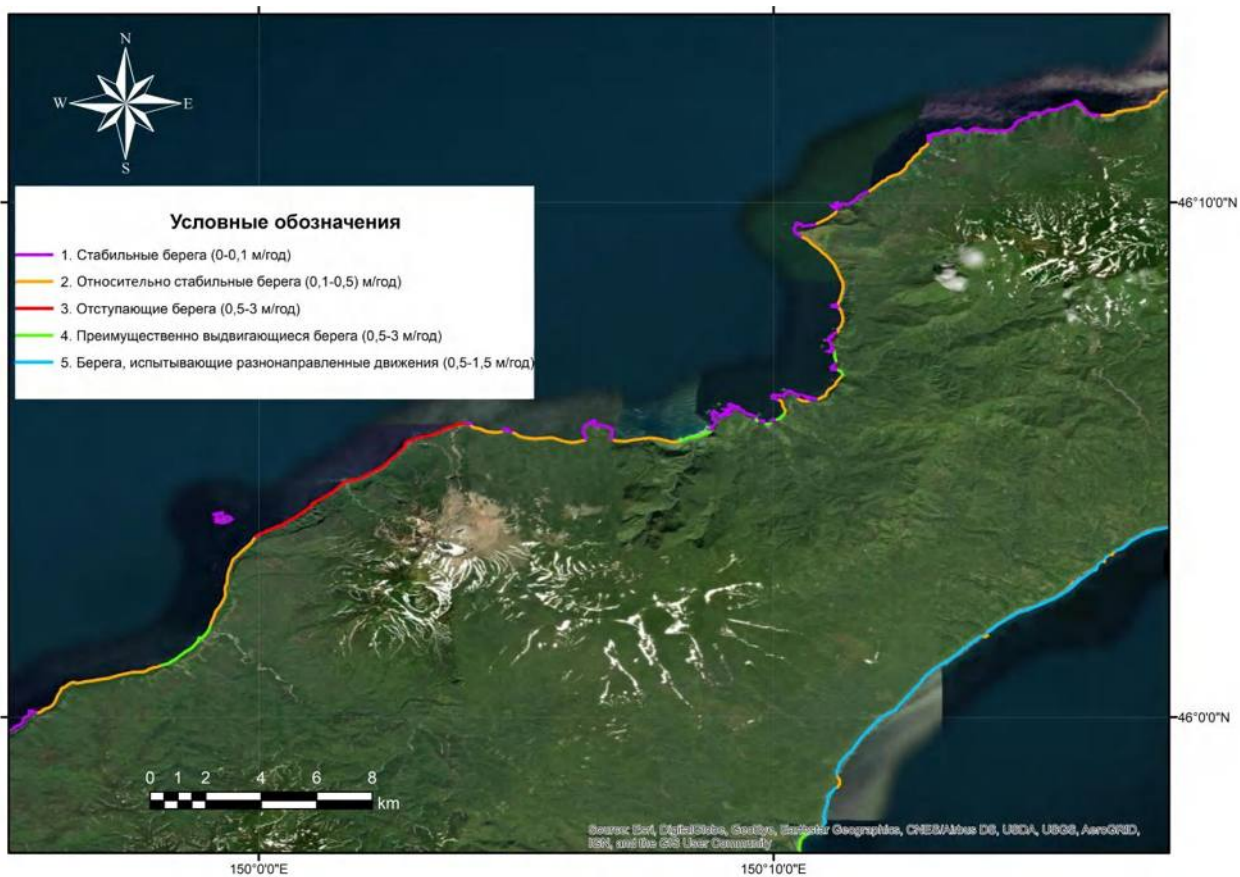


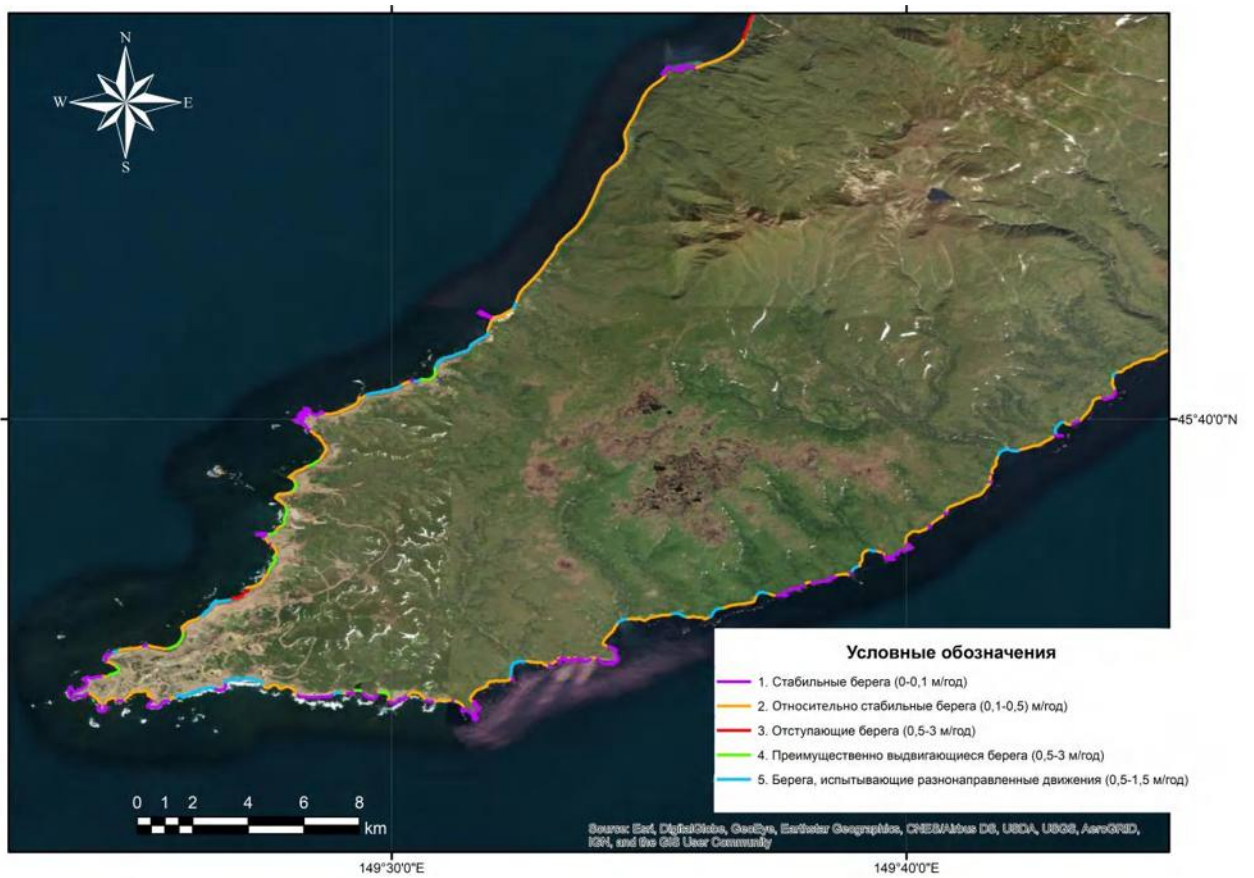
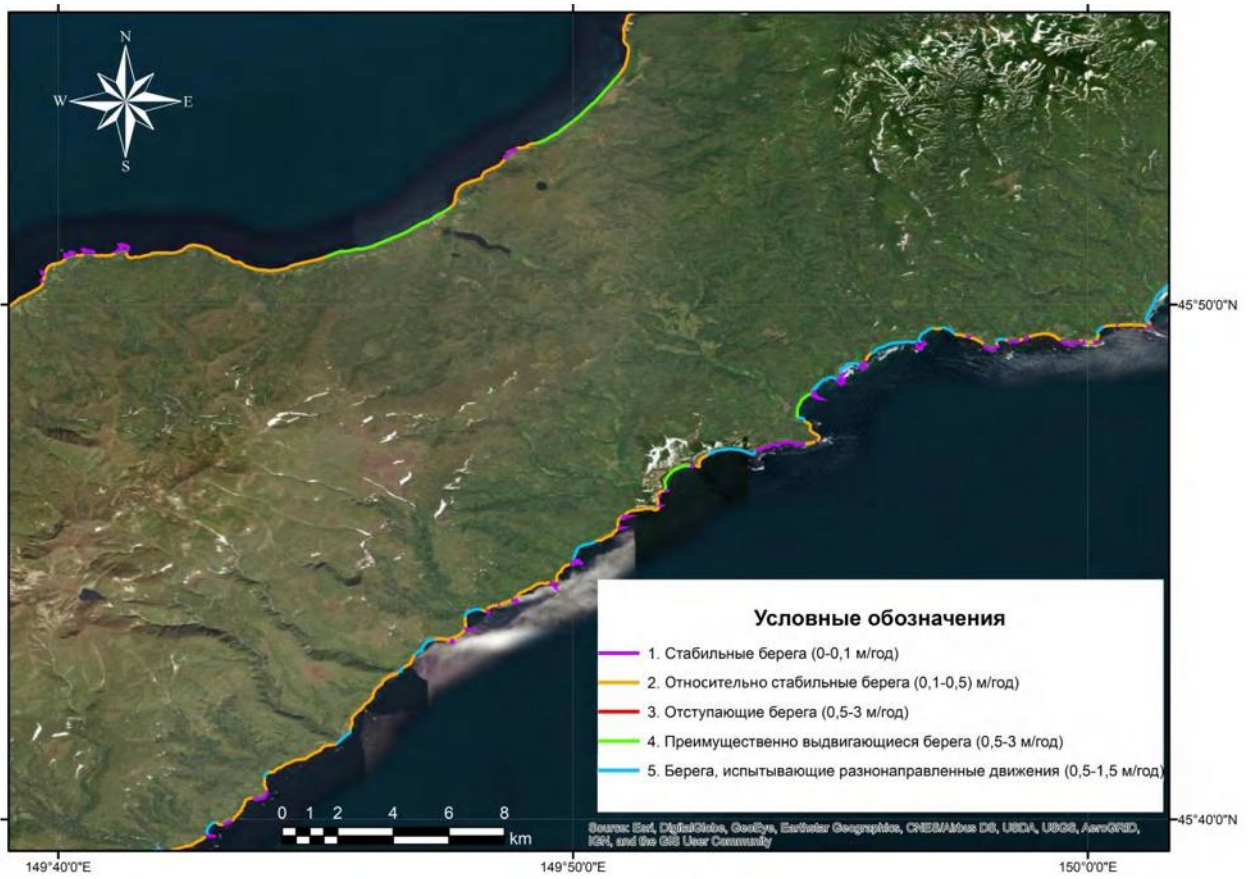




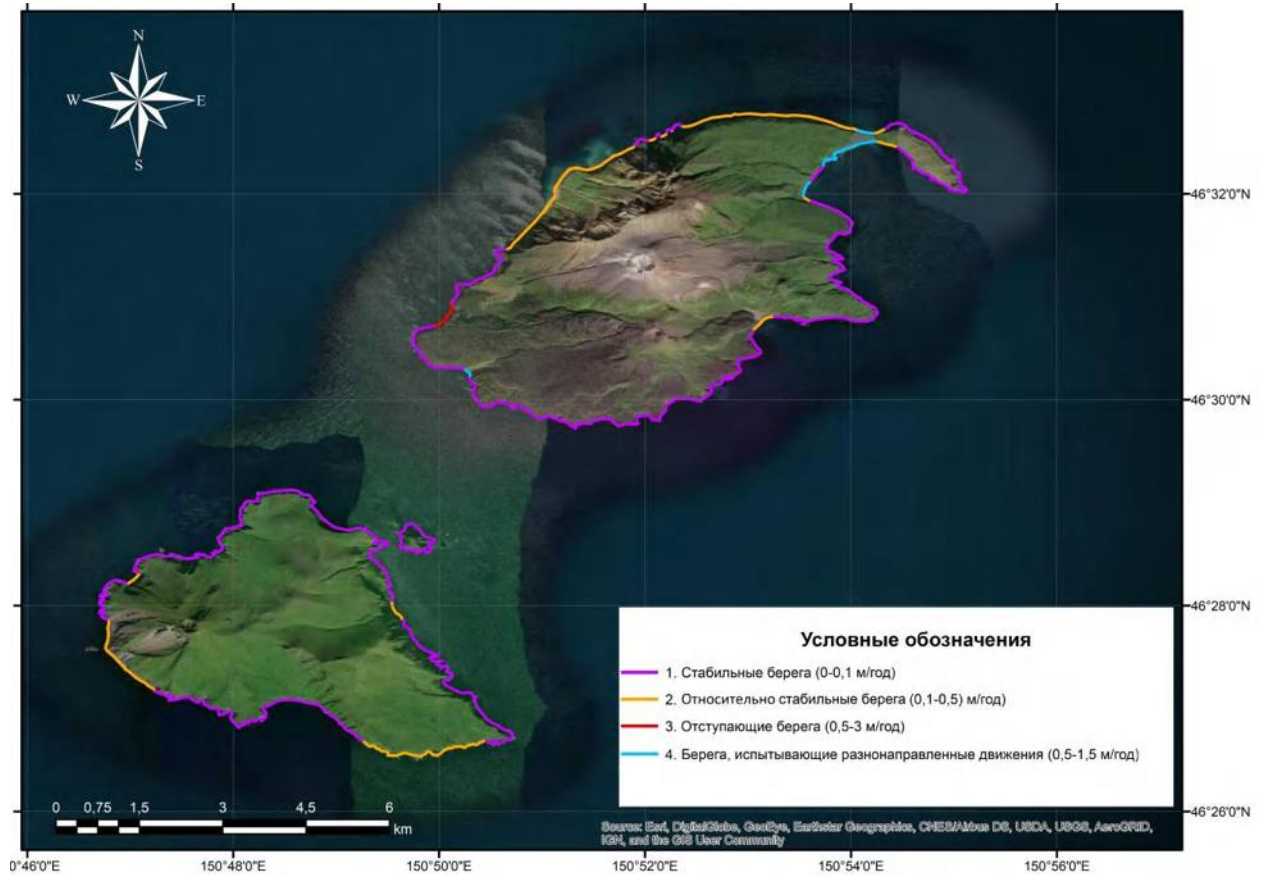
Уруп







Чёрные Братья



Остров Броутона

